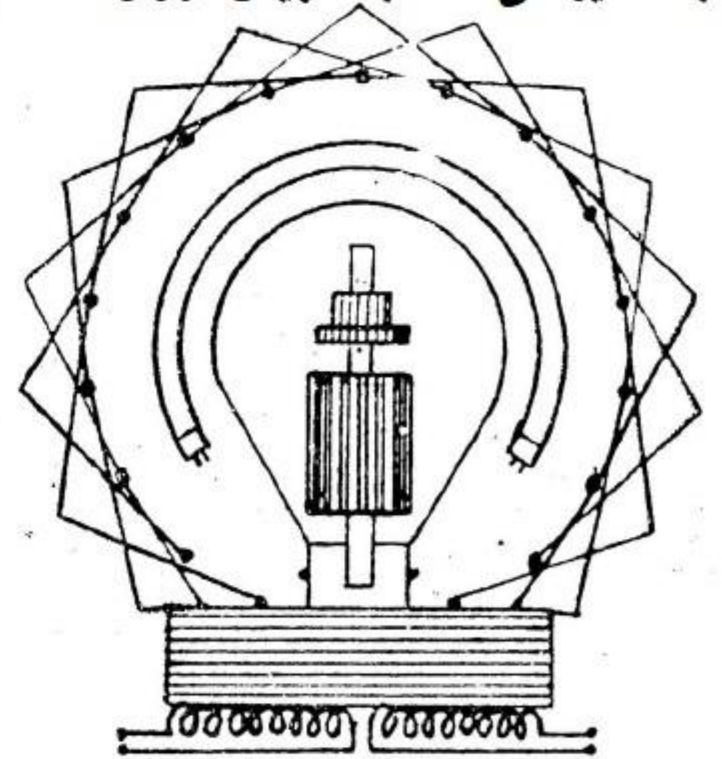
# الكهرباء العملية

## حسابات وطرق تقسيم ولف محركات التيار المتغير

## محركات التيار المستمر - توزيع الإضاءة - المحولات الكهربية

**قام بتصويره ونسخه العبد الفقير الى الله عبدالمهيمن فوزى نسألكم الدعاء لى ولوالدى**





**الطبعة الحديثة**

إعداد

محمد فريد محمد فهمى

موجه الكهرباء العملى بالتعليم الصناعى

# أبواب الكتــاب

بسم الله الرحمن الرحيم

---

## شـــــكر

أتقدم بخالص الشكر لجميع السادة الزملاء الأعزاء لتعـــاونهم الصادق الذى لمسته من خلال ما أعطوه من ثقة غالية لكتابى البيـــان العملى ونزولا على رغبة الجميع لمزيد من البيانات الهادفة فقد عملت جاهدا لتلبية هذه الرغبة باضافات جديدة وتوضيحات أكثر تفهما وذلك فى الثوب الجديد الذى يظهر به كتابى الكهربا العملية مطورا للبيـــان العمـــلى

والحمد لله الذى هدانا لهذا وأرجو أن أكون قد وفقت فى تلبية هذه الرغبة الغاليـــة ٠

مع خالص تحياتى وجزيل شكرى للسادة الزملاء الذين ساهموا فى اخراج الكهربا العملية ٠٠

**أنور اسماعيل جاهين** — وكيل مدرسة غمرة الثانوية الصـــناعية

**نبيل عبد الفتـــاح** — مدرس أول بمدرسة القاهرة الفنية

**بشير أمين الجندى**

مدرس أول بمدرسة القاهرة الفنبة

الزميل

**محمد فريد محمد**

# آلات التيـــار المستمر

## محركات ومولدات

أهم الأجزاء التى يتكون منها محرك التيار المستمر هى :

١ ــ دائرة التنبيه . ٢ ــ دائرة الاســتنتاج .
٣ ــ عضـــو التـــوزيع . ٤ ــ فرشات التغـــذية .

**دائرة التنبيـــه :**

تتكون دائرة التنبيه من جزئين هما حديد الأقطاب وملفات الأقطـــاب اما حديد الأقطاب فهو عبارة عن عدد زوجى من القلوب الحديدية مثبتـــة بالسطح الداخلى لهيكل المحرك أو جسم المحرك المصنوع من الحديد الملفوف أو الزهر المسبوك ويسمى بحامل الأقطاب وهو يعتبر جزء من الدائـــرة المغناطيسية للمحرك لأنه يتمم دائرة الأقطاب وتختلف طريقة تثبيت الأقطاب الحديدية مع حامل الأقطاب فهى تتم اما بطريقة مسامير قلاووظ أو بواسطة التثبيت الفنغارى أو بالطريقتين معا . أما ملفات الأقطاب فهى تتكون من سلك نحاس معزول له مساحة مقطع معينـــة وعدد لفات معينة حســـب حسابات المحرك من حيث الضغط الذى يعمل عليه المحرك وقدرته وتوصيل ملفات الأقطاب يكون بالتوالى مع مراعاة مرور التيار فى كل ملف لتـــكوين القطبية ( شمالى ــ جنوبى ) فيكون مرور التيار فى الملف الشمالى عكس مروره فى الملف الجنوبى .

**عضو الاستنتاج :**

يتكون عضو الاستنتاج من مجموعة رقائق من الصاج مجمعة مع بعضها على محور المحرك وهو عمود من الصلب ويوجد بهذه الرقائق مجارى طولية بسطحها الخارجى اما أن تكون مفتوحة أو نصف مقفلة وفائدة هذه المجارى هى وضع ملفات عضو الاستنتاج بها وهى عبارة عن عدد من اللفات من سلك نحاس معزول لها أيضا مساحة مقطع معينة وعدد لفات معينة حسب حالة المحرك ــ كما يوجد على محور المحرك مجموعة من القطاعات النحاسية

مجمعة مع بعضها ومعزولة كل قطعة عن الاخرى وعن المحور تسمى هذه القطاعات ( عضو التوزيع ) أما نوع العزل الموجود بين كل قطعة واخرى هو رقائق الميكا الصلبة لتحمل عملية الاحتكاك اما نوع العزل الموجود بين مجموعة القطاعات وجلبة التجميع فهى الميكانيت المرنة لسهولة تشكيلها فى العزل الداخلى هذا وتلحم أطراف ملفات عضو الاستنتاج البدايات والنهايات فى قطاعات عضو التوزيع بطريقة معينة حسب المبين بعد .

**الفــرش :**

يختلف تكوين الفرشة من حيث المادة والحجم حسب قدرة المحــــرك أو المولد فنجدها فى المحركات الصغيرة والمتوسطة عبارة عن قطعـــة من الكربون جيد التوصيل للكهرباء توضع فى مكان يسمى ( بيت الفرشة ) وهو مثبت فى حامل موجود فى أحد غطائى المحرك وفائدة الفرش فى المحركات هى نقل التيار الى قطاعات عضو التوزيع لتغذية ملفات عضو الاستنتاج أما فى المولدات فهى تجميع التيار المستنتج فى ملفات عضو الاستنتاج عن طريق قطاعات عضو التوحيد لتغذية الدائرة الخارجية ( الحمل ) بالتيار لذا نجد أن فائدة الفرش فى المحرك عكس فائدتها فى المولد كما وأنه يتوقــف عدد الفرشات فى المحرك على عدد الأقطاب فاذا كان المحرك ذو قطبين ( جنوبى ـــ شمالى ) كان عدد الفرشات اثنين واحدة جنوبية والأخـــرى شمالية أما اذا كان المحرك ذو أربعة أقطاب أى قطبين جنـــوبى وقطبين شمالى كان عدد الفرشات أربعة بحيث توصل الفرشة الأولى مع الثالثة ( جنوبى ) والفرشة الثانية مع الرابعة ( شمالى ) هذا ولوضع الفرش وضع خاص يقارن بالنسبة لمحور الأقطاب ويتوقف على هذا الوضع نوعية لحام أطراف ملفات عضو الاستنتاج مع قطاعات عضو التوزيع ـــ أما المحركات والمولدات الكبيرة يكون تكوين الفرش من الكربون والنحاس معا .

## لف عضــو الاستنتاج

قبل أن نبدأ فى عملية لف عضو الاستنتاج سواء عن طريق ملفات تم تجهيزها على الفورمة الخشـــبية أو عن طريق اللف اليدوى يجب تنفيــذ الآتى :

١ ـــ تنظيف مجارى عضو الاستنتاج من بقايا اللف السابق .

٢ ـــ تنظيف مجارى اللحام والتى يوضع بها أطراف ملفات عضـــو الاستنتاج وهى الموجودة فى قطاعات عضو التوزيع وذلك من بقايات اللحام الســـابق .

٣ ـــ تفليج قطاعات عضو التوزيع أى تنظيف الفراغ الموجود بين كل قطعة وأخرى والذى يتواجد فيه عزل الميكا .

٤ ـــ خرط السطح الخارجى لعضو التوزيع خرطا ناعما لتســـويته من تأثير احتكاك الفرش .

٥ـــ بعد الخرط تعاد عملية التفليج ثم يجرى اختبار العزل بين كل قطعة وأخرى وبين القطع والمحور .

٦ ـــ عزل مجارى عضو الاستنتاج وكذا المكان الموجود بين عضو التوزيع ورقائق عضو الاستنتاج وكذا المكان خلف رقائق عضو الاستنتاج هذا العزل بالنسبة للمحور ويستعمل ورق البرسبان فى عملية عـــزل المجارى أما المحور فيمكن استعمال الورق أو شريط القطن وبذلك يكون عضو الاستنتاج جاهز لعملية اللف .

بعد التجهيز السابق الذكر لعملية اللف نبدأ فى بحث آخر لتحـــديد الآتى :

أولا : ١ ـــ معرفة عدد مجارى عضو الاستنتاج .

٢ ـــ معرفة عدد قطاعات عضو التوزيع .

بعد التعرف على البيانين السابقين نجد أن بينهما ارتباط هذا الارتباط هو تحديد عدد الاسلاك التى يلف منها عدد لفات الملف أى اذا كان عـــــدد قطاعات عضو التوزيعتساوى عدد مجارى عضو الاستنتاج كان عدد الاسلاك التى يلف منها لفات الملف سلكا واحدا واذا كان عدد القطاعات ضعف عدد المجارى كان عدد الاسلاك اثنين وهكذا وبهذا يمكن تحديد عدد الموصلات من قسمه عدد قطاعات عضو التوزيع على عدد مجارى عضو الاستنتاج .

**ثانيا** : معرفة عدد أقطاب المحرك وهنا نجد أن لعدد مجارى عضو الاستنتاج ارتباط آخر مع عدد الأقطاب ومن هذا الارتباط يمكن تحديد مقدار خطوة الملف وذلك من قسمه عدد مجارى عضو الاستنتاج على عدد الاقطاب.

**ثالثا** : تحديد وضع محور الأقطاب بالنسبة لمحور الفرش ,وهنا نجد أن الاقطاب لها ارتباط آخر مع الفرش من حيث محور كلاهما وذلك لتحديد نوع لحام أطراف ملفات عضو الاستنتاج فى قطاعات عضو التوزيع — فاذا كان محور الفرش موازى اى مطابق لمحور الأقطاب كان لحام الأطراف فى منتصف الخطوة أما اذا كان محور الفرش متعامد مع محور الأقطاب كان لحام الأطراف أمام المجرى كما هو مبين بالرسومات الآتية هذا فى حالة ما يكون نوع اللحام ( انطباقى ) أما اذا كان نوع اللحام ( تموجى ) لا يوجد ارتباط بين محور الفرش ومحور الأقطاب لأن هذا النوع من اللحام له نوعية واحدة وهى أن تعمل كل من البداية مع النهاية للملف زاوية مقدارها ١٨٠ درجة كما هو مبين بالرسم أيضا .

## طريقة اللف

للف عضو الاستنتاج طريقتين من حيث اسقاط الملفات فى المجارى :

**أولا** : نبدأ باسقاط جانب البداية للملف فى أحد مجارى عضو الاستنتاج ثم على بعد عدد من المجارى يساوى مقدار الخطوة السابق تحديدها يسقط جانب النهاية لنفس الملف ثم يسقط يدا به ملف آخر فى المجرى التى تلى المجرى الأولى ثم على نفس بعد الخطوة يسقط جانب النهاية وتستمر هذه العملية فى اسقاط باقى الملفات حتى النهاية وينتج عن هذا تواجد جانبين فى مجرى جانب بداية ملف وجانب نهاية ملف آخر هذا اذا كان الملف يدوى أما اذا كان الملف فورمة نبدأ باسقاط بداية الملف الأول والثانى والثالث وهكذا حتى نصل الى المجرى التى تحدد مقدار الخطوة ونسقط بها بداية ملف ثم نضع نهاية الملف الاول وهكذا مع باقى الملفات .

**ثانيا** : فى هذه الطريقة نبدأ باسقاط جانب بداية الملف الأول ثم اسقاط جانب نهايته على بعد من المجارى يساوى مقدار الخطوة ثم نبدأ باسقاط بداية الملف الثانى فى نفس المجرى التى اسقط فيها نهاية الملف الأول ثم نسقط نهاية الملف الثانى على بعد من المجارى يساوى مقدار الخطوة ثم

نسقط بداية الملف الثالث فى نفس المجرى التى اسقط فيها نهاية الملف الثانى وهكذا تستمر عملية اللف حتى ينتهى اسقاط جميع الملفات ونجد أيضا فى هذه الطريقة جانبين فى كل مجرى .

**ملحوظة :** فى الطريقة الثانية يحدث فى بعض الحالات بعد فترة من اسقاط بعض الملفات أن تسقط نهاية ملف مع بداية الملف الأول ولكن توجد مجارى خالية من الملفات لو تم عدها لوجدنا أنها تساوى نصف عدد المجارى وفى هذه الحالة يقال على الخطوة ( تقفل على مرتين ) لذا عند حساب مقدار الخطوة يكون الوضع واحد من ثلاثة اما أن نأخذ بناتج قسمة عدد مجارى عضو الاستنتاج على عدد الاقطاب أو نطرح واحد صحيح من ناتج القسمة او نضيف واحد صحيح على ناتج القسمة وذلك لتقفل عملية اللف على فترة واحدة ونضبط وضع جانبى الملف تحت كل من القطب الجنوبى والقطب الشمالى .

## لحام الأطراف

نبدأ بانزال بدايات الملفات فى قطاعات عضو التوزيع حسب نوع اللحام فى الانطباق أمام المجرى أو فى منتصف الخطوة بحيث توضع بداية الملف الثانى فى القطعة التى تلى قطعة بداية الملف الأول وبداية الملف الثالث فى القطعة التى تلى قطعة بداية الملف الثانى وهكذا حتى يتم اسقاط جميع البدايات ثم بعد ذلك نبدأ فى اسقاط النهايات بحيث توضع نهاية الملف الأول فى القطعة التى بها بداية الملف الثانى ونهاية الملف الثانى فى القطعة التى بها بداية الملف الثالث وهكذا حتى يتم اسقاط جميع النهايات هذا مع لحام كل نهاية عند اسقاطها مع بداية فى قطعه عضو توزيع بالقصدير مع مراعاة عدم تجاوز مقدار القصدير المنصهر منطقة اللحام ويلامس اى قطعة عن اليمين أو اليسار .

## ارتباطات وملاحظات هامة
## فى اللف

من الشرح السابق علمنا بأن هناك ارتباط بين كل من عدد قطاعات عضو التوزيع وعدد مجارى عضو الاستنتاج ومن نسبة الاثنين لبعضهما اى

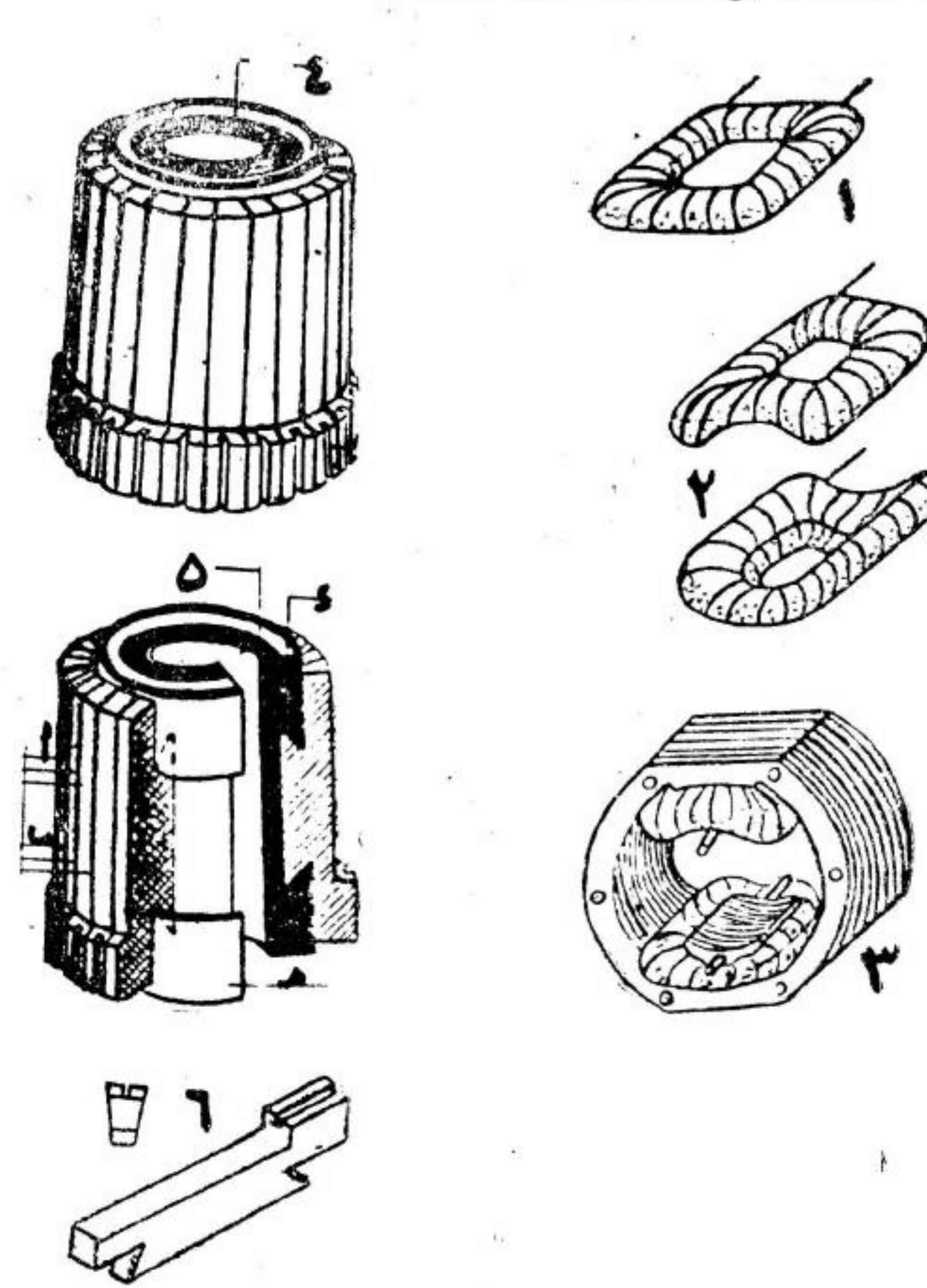
من قسمة عدد القطاعات على عدد المجارى نحدد عدد الأسلاك التى تلف بها عدد لفات الملف لذا قلنا اذا كان عدد القطاعات يساوى عدد المجـارى يكون عدد الاسلاك سلكا واحدا نمسك به من بكرة واحد وتلف عدد لفات الملف وحيث أن كل مجرى يوجد بها جانب بداية لملف ومعه جانب نهـايه لملف اخر اذن تكون عدد الملفات الكلية يساوى عدد المجارى أى تسـاوى عدد القطاعات — أما اذا كان عدد القطاعات ضعف عدد المجارى يكون عدد الأسلاك التى نمسك بها سلكين من بكرتين وتلف عدد لفات الملف وهنا لنا وقفة كبيرة وهامة وهى ما هو عدد الملفات الكلية فى هذه الحالة نقول اذا كان الملف يلف من سلكين اذن الملف يتكون من مجموعتين أى ( ملفين ) وعلى هذا سيكون عدد الملفات الكلية ضعف عدد المجارى أى يسـاوى عدد القطاعات وهكذا اذا كان عدد القطاعات ثلاث اضعاف دد المجارى يكون عدد الاسلاك ثلاثة أى الملف الواحد مكون من ثلاث ملفات ومن هذا الوضع يمكن القول أن عدد الملفات يساوى عدد قطاعات عضو التوزيع لأن كل قطعـة توزيع لا يلحم بها أكثر من بداية ملف ونهاية ملف آخر لذا اذا قسمنا عدد الأطراف الكلية للملفات على اثنين يكون الناتج يساوى عدد قطاعات عضو التوزيع من هنا وهذا هام يجب أن نعرف أن عدد قطاعات عضو التوزيع أما أن تكون مساويةلعدد المجارى أو الضعف أو أكثر من ضعف ولكن فىحالات شرح معينة فى المعامل نجد أن هناك حالات تكون حيث عدد الملفات نصف عدد المجارى لأن عدد القطاعات يساوى نصف عدد المجارى لذا نجد عنـد تنفيذ هذا الوضع يكون فى كل مجرى جانب واحد اما بداية ملف أو نهاية ملف وهذا لا يحدث الا فى التجارب النظرية فقط للشرح المبسط .

الى جانب هذا قد علمنا بأن هناك ارتباط آخر بين عدد المجـارى وعدد الأقطاب لمعرفة مقدار الخطوة كما يوجد ارتباط آخر بين محور الفرش ومحور الأقطاب وذلك لتحديد نوع لحام الأطراف فى قطاعات عضو التوزيع فى الانطبـاقى .

لذا يجب أن نكون على معرفة من هذه الارتباطات لأهميتها فى تحديد جميع العمليات اللازمة للف عضو الاستنتاج .

## توضيح الأجزاء الهامة

١ ــ ملف القطب قبل التخديم . ٢ــ ملف القطب بعد التخديم .
٣ أــ وضع الملف مع القطب . ٤ ــ عضو توزيع كامل .
٥ ــ قطاع يبين تجميع القطاعات رقم أ والعزل بينها ب وجلبة التجميع جـ والعزل بين الجلبة والقطاعات د .
٦ ــ قطعة من قطاعات عضو التوحيد .



## الاختبـــارات اللازمة

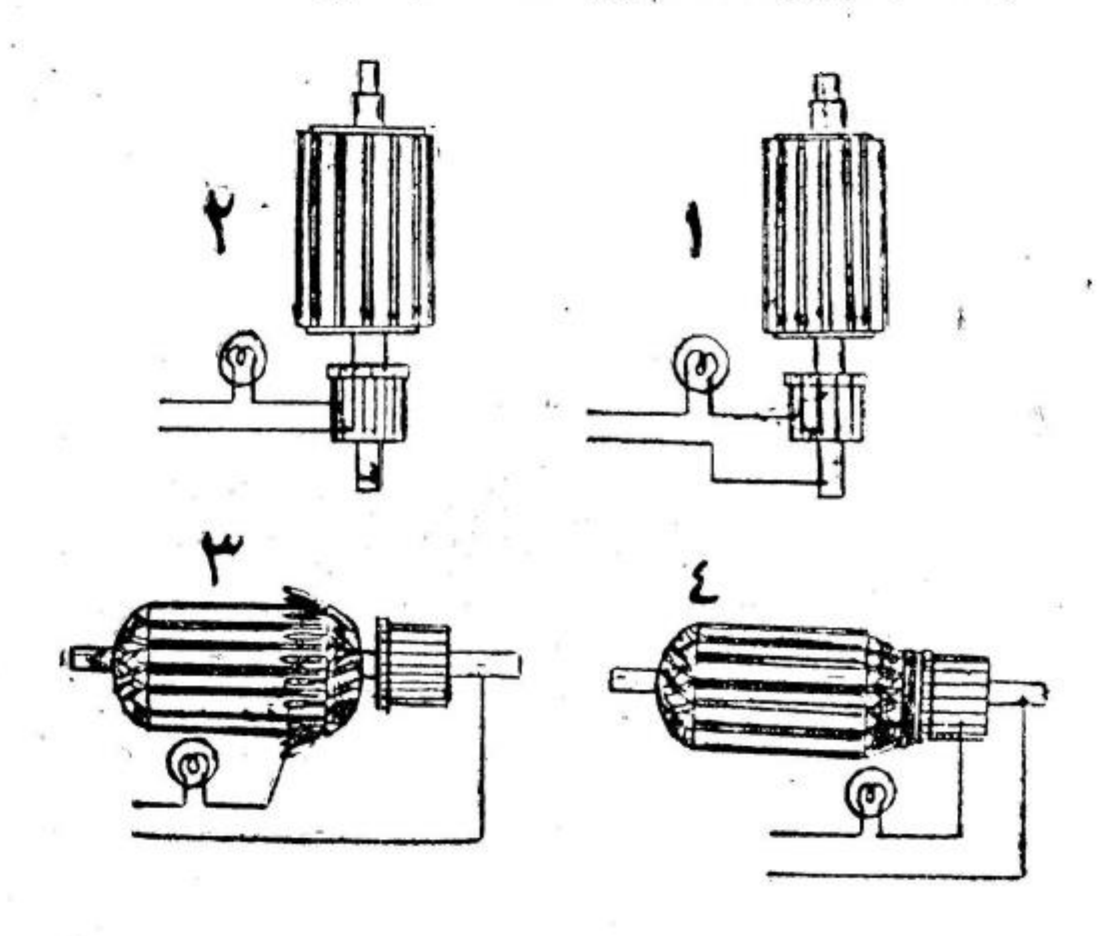
قبل أن نبدأ فى لف عضو الاستنتاج يجب أولا تفليح قطاعات عضـــو التوزيع وخرط سطحها الخارجى اذا لزم الأمر ثم عمل الاختبارات الآتية كما هو موضح بالرسم :

١ ـــ اختبار كل قطعة عضو توزيع مع المحور .

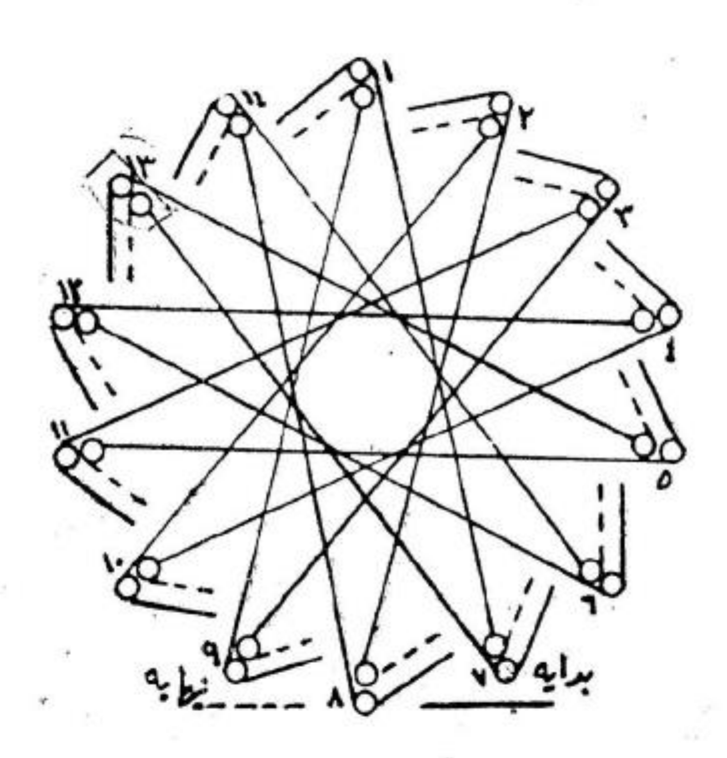
٢ ـــ اختبار بين كل قطعة عضو توزيع والقطعة المجاورة لها يمين ويســـار .

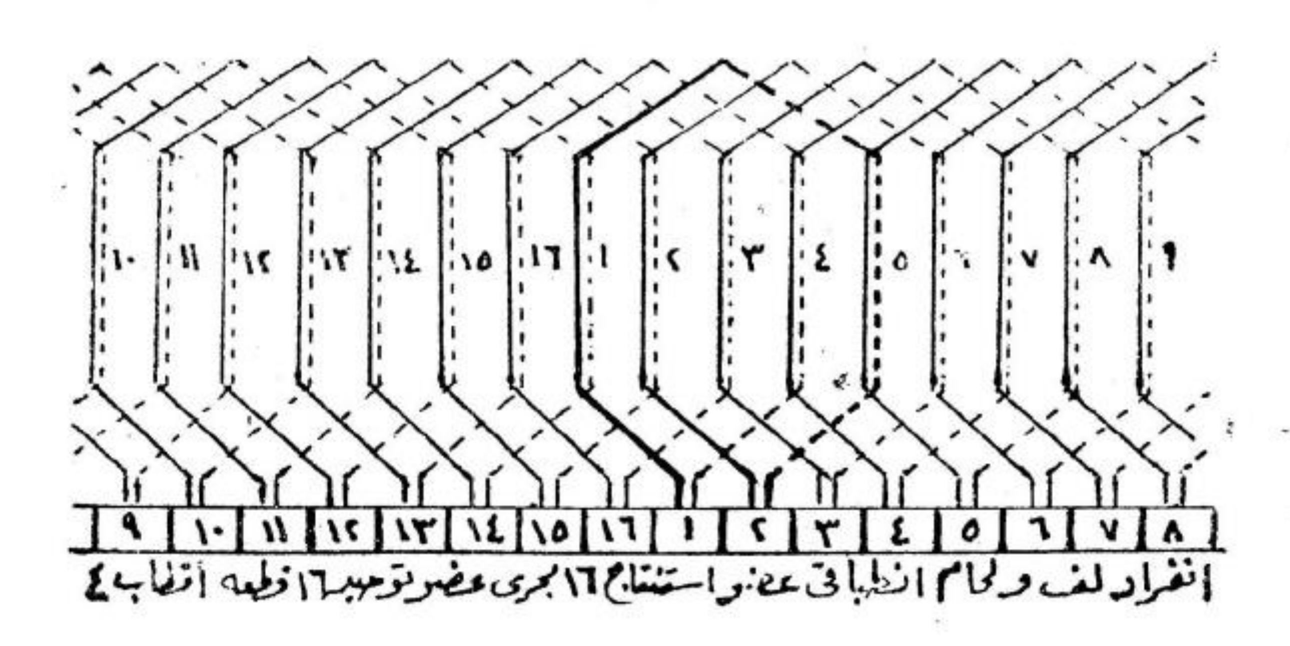
٣ ـــ اختبار أطراف الملفات مع المحور .

٤ ـــ الاختبار بعد اللحام بين القطاعات والمحور .



لف عضو استنتاج ١٤ مجرى ٢ قطب الخطوة ١ — ٧

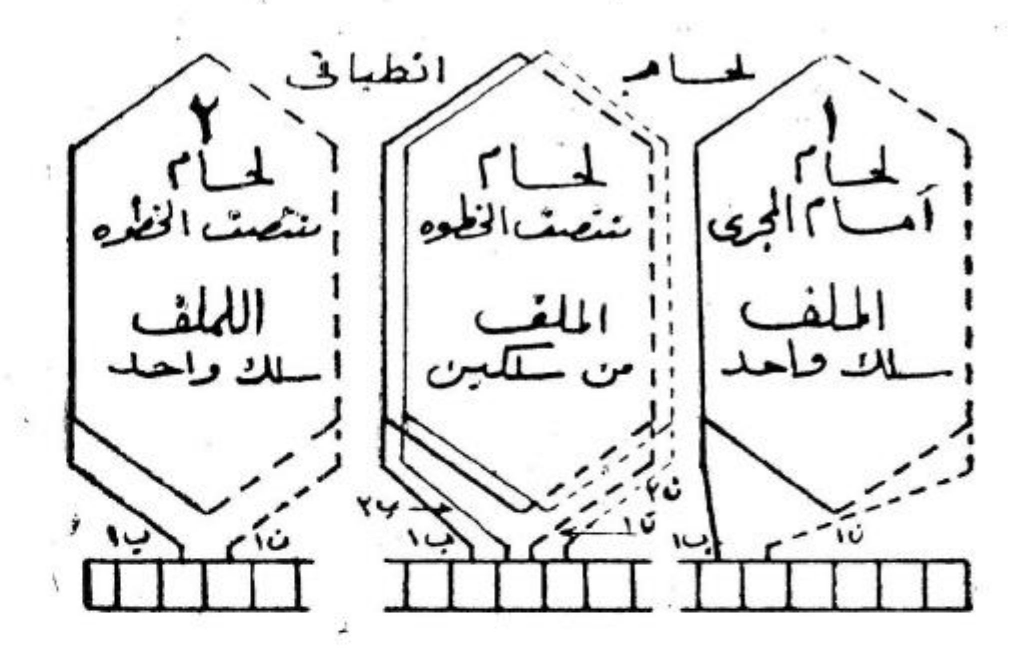


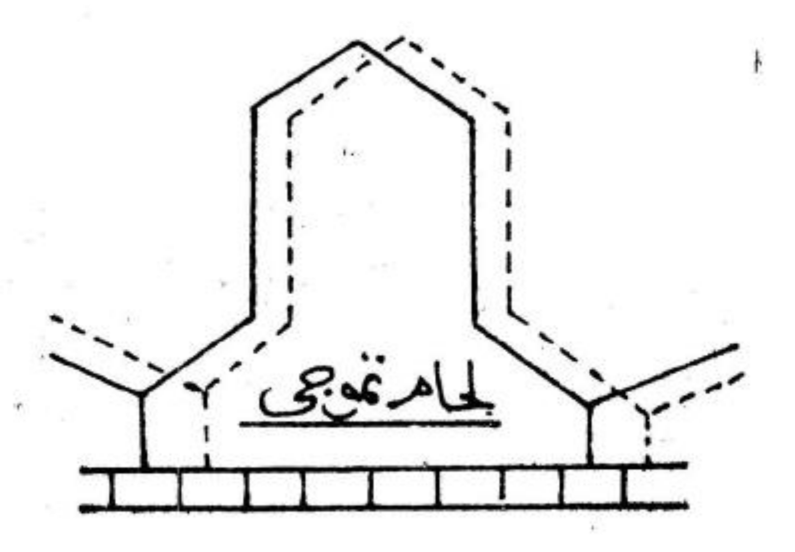

انفراد لف و لحام انطباقي عضو استنتاج ١٦ مجرى عضو توحيد ١٦ قطعه أقطاب ٤

طرق لحسام أطراف الملفات

فى قطـــاعات عضو التوزيع

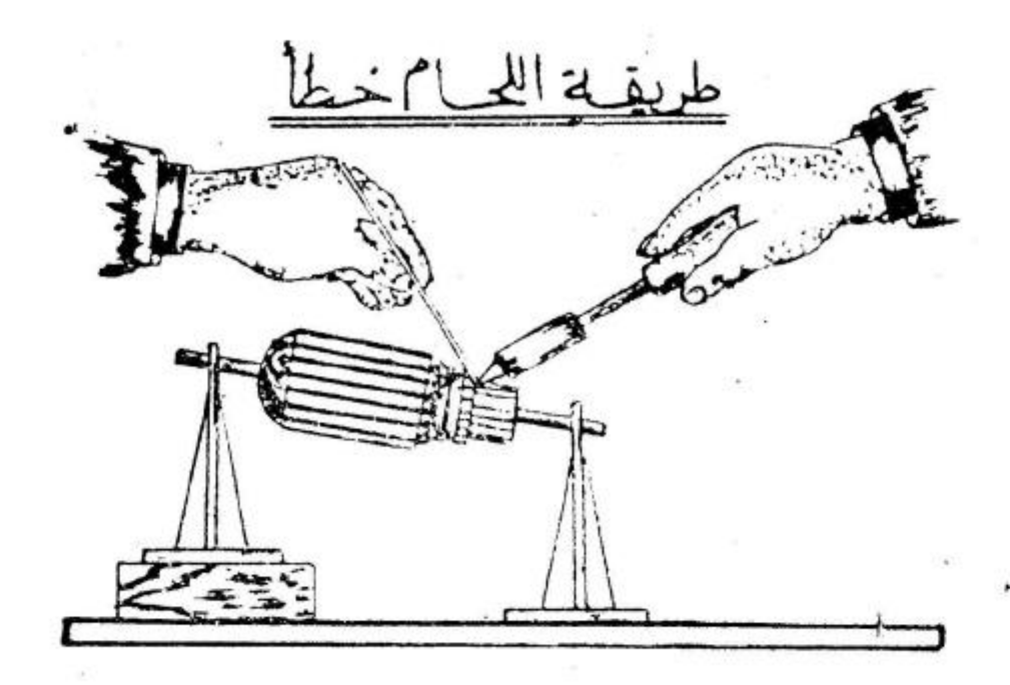


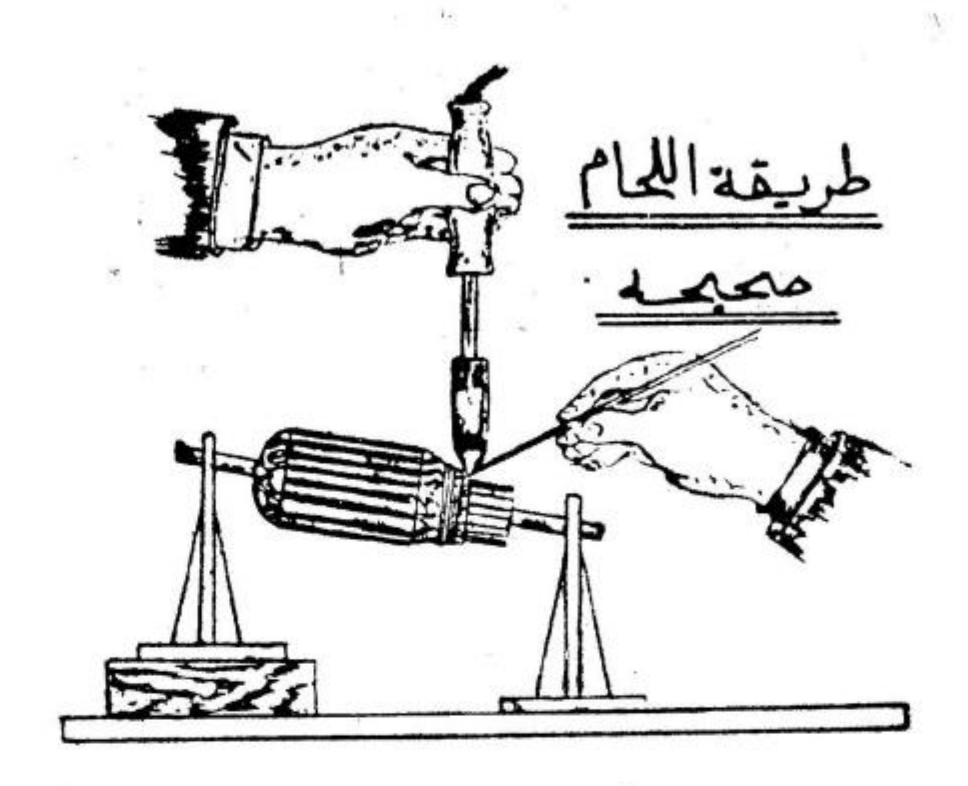

لحام تموجى تصنع فيه بداية الملف ١٨٠ درجة مع نهايته عند لحـــامها فى قطاعات عضو التوزيع البداية الى اليســار بمقدار نصف الخطوة والنهاية الى اليمين بمقدار نصف الخطوة .



الوضع الصحيح للحام أطراف الملفات

فى تطاعات عضو التوزيع



## محركات التيــار المستمر

تنقسم انواع محركات التيار المستمر بالنسبة لنوعية توصيل ملفــات التنبيه فى المحرك مع المنتج فهى اما أن تكون بالتوالى او بالتوازى او بجمع المحرك بين ملفات توالى وتوازى .

**محرك التوالى :** فى هذا المحرك تكون ملفات التنبيه متصلة مع المنتج بالتوالى وتتكون من سلك ذو مقطع كبير وعدد لفات قليلة ــ يعتبر هــذا المحرك من النوع المتغير السرعة حيث تقل بزيادة الحمل الواقع عليه وتزداد بنقصانه لذا يلزم عدم تشغيله بدون حمل حتى لا يدور بسرعة عالية كما أن عزم دورانه عند الابتداء يكون كبير وبذلك يمكنه القيام بالحمل عند دورانه وهو يستعمل فى الأوناش وآلات الجر والقاطرات ويمكن التحكم فى سرعته بوضع مقاومة بالتوازى مع ملفات التنبيه .

**محرك التوازى :** فى هذا المحــرك تكون ملفات التنبيه متصلة مع المنتج بالتوازى وتتكون من سلك ذو مقطع صغير وعدد لفات كثيرة ــ يعتبر هذا المحرك ثابت السرعة مهما تغير الحمل وعزم دورانه يزداد بزيادة الحمــل ولكن عند بدء الحركة يكون عزمه صغير لذا يستعمل فى الأغراض التى لا يقوم فيها المحرك بالحمل والتى تحتاج الى سرعة ثابتة ويمكن التحكم فى سرعته بتوصيل مقاومة بالتوالى مع ملفات التنبيه بحيث نتحكم فى الفيض المغناطيسى الخاص بالأقطاب .

## عكس أتجاه الدوران

يمكن عكس اتجاه الدوران فى النوعين السابقين وذلك عن طــريق عكس اتجاه سير التيار اما فى المنتج أو فى ملفات التنبيه .

**المحرك المركب :** ينقسم المحرك المركب الى نوعين محرك مركب طويل ومحرك مركب قصير وكلاهما ينقسم الى اما مركب اضافى أو مركب فرقى ونظرا لاحتواء هذا النوع من المحركات على نوعين من ملفات التنبيه حيث نجد ملفات تنبيه توصل بالتوازى مع المنتج وأخرى توصل بالتوالى مع المنتج لذا سمى بالمحرك المركب ــ أما من حيث مركب اضافى ومركب فرقى سواء

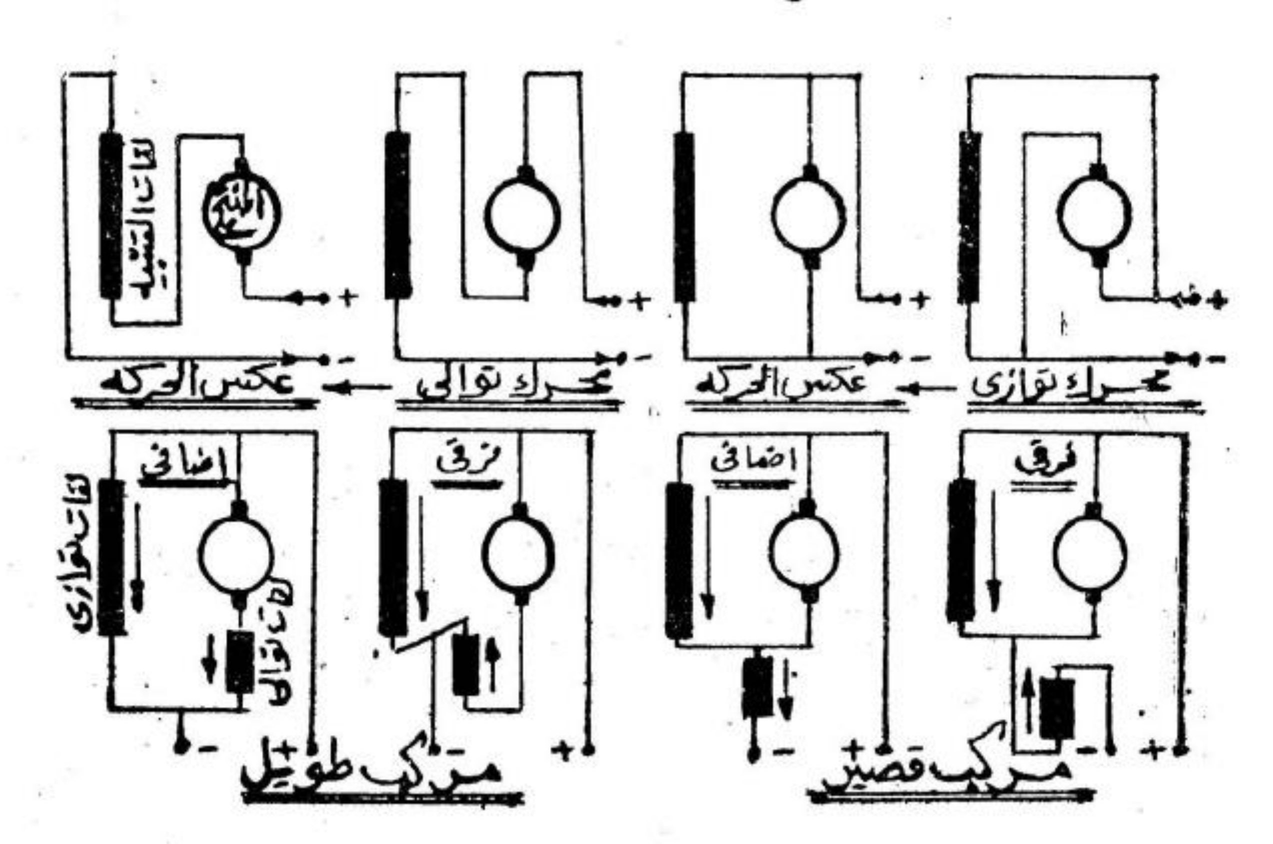
فى المركب الطويل أو القصير يرجع هذا الى سير التيار فى ملفات التوالى حيث نجد الآتى :

**( أ ) محرك مركب اضافى :** فى هذا النوع تكون فيه مغناطيسية ملفات التوالى تساعد ملفات التوازى أى سير التيار فى كل من ملفات التوازى والتوالى واحد .

**(ب) محرك مركب فرقى :** فى هذا النوع تكون فيه مغناطيسية ملفـــات التوالى تعاكس مغناطيسية ملفات التوازى وتكون الاستفادة بالفرق بينهما لأن سير التيار يكون فى ملفات التوالى عكس اتجاه سير التيار فى ملفات التـــوازى .

**ملاحظة :** المحرك الفرقى تزداد سرعته بزيادة الحمل لأن تيار الحمل فى ملفات التوالى يضاد المجال الرئيسى لذا نجد استعماله قليل أما المحرك الاضافى له خواص محرك التوازى ويستعمل بكثرة .

## أنواع محركات التيار المستمر



## مولدات التيـــار المستمر

تعتبر مولدات التيار المستمر احدى مصادر التيار المستمر حيث توجد الأعمدة الجافة والبطاريات الثانوية وعمليات توحيد التيار المتغير .

وتعتبر مولدات التيار المستمر فى حد ذاتها آلة تحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية — فعندما يدار عضو الاستنتاج الخاص بالمولد بواسطه الوسيلة الخارجية للادارة يحدث قطع لملفات عضو الاستنتاج للمجـــال المغناطيسى الموجود أصلا فى حديد الأقطاب المعروف ( بالمغناطيسية الباقية ) وحسب النظرية التى تقول اذا قطع موصل مساحة مغناطيسية تولدت فى هذا الموصل ( ق.د.ك ) لذا نجد ملفات عضو الاستنتاج يستنتج فيها قوة دافعة كهربية بقيمة خطوط المغناطيسية الباقية ثم عن طريق تغذية ملفات الأقطاب بهذا التيار المستنتج تزيد قيمة الخطوط المغناطيسية فى حـــديد الأقطاب وبالتالى يزيد الاستنتاج ولكى نتحكم فى قيمة التيار المستنتج توضع مقاومة فى طريق تيار تغذية الأقطـــاب فيمـــكن التحكم فى قيمة الفيـــض المغناطيسى للاقطاب .

لكى نحصل على قيمة التيار المطلوب لابد من التحكم فى كل من السرعة الى يدار بها عضو استنتاج المولد وكذا قيمة الفيض المغناطيسى فى حـــديد الاقطاب .

يجب أن تعرف بأن التيار المستنتج داخل المولد هو تيار متغير ولكن عن طريق كل من الفرش وعضو والتوحيد يمكن تثبيت قيمة واتجاه هـــذا التيار وبذلك نحصل على تيار مستمر والسبب فى ان التيار المستنتج داخل المولد تيار متغير هو دخول ملفات عضو الاستنتاج تدريجيا فى مجال الأقطاب الى ان تصل لمنطقة التشبع ثم تبدأ الخروج منها الى الصفر ثم تعـــود وتدخل مرة أخرى فى مجال الأقطاب ثم تخرج منه مارة فى هذه العمليـــة بالقطبية المختلفة جنوبى وشمالى وتحت تأثير مجال مغناطيسى ثابت ناتج من التيار المستمر .

تعتبر الأجزاء التى تتكون منها محركات التيار المستمر هى أجـــزاء مولدات التيار المستمر الا أن المولد لابد من تواجد مغناطيسية باقية فى حديد

الأقطاب يبدأ بها عملية الاستنتاج عند بدء دورانه ولكن المحرك لا يحتاج لهذا الوضع كما وان مجموعة القطاعات النحاسية فى المحرك سميت بعضو التوزيع لأنها توزع تيار التغذية على ملفات عضو الاستنتاج أما فى المولد سميت بعضو التوحيد لانها وبالاشتراك مع الفرش المتلامسة لها يتم توحيد التيار المطلوب لتغذية الدائرة الخارجية .

## مقــارنة مــع
## مولدات التيــار المتغــير

يختلف الوضع فى مولدات التيار المتغير من حيث الاجزاء التى يتكون منها عن ما هو موجود فى مولدات التيار المستمر حيث نجد الآتى :

فى مولدات التيار المتغير نجد الاقطاب وملفاتها مثبتة على محــور المولد وهى التى تدار بالحركة الخارجية ولا يوجد فى حديد الأقطـــاب مغناطيسية باقية كما هو الحال فى حديد اقطاب التيار المستمر وذلك لأن على محور المولد يوجد ايضا مغذى تيار مستمر وهو لا يخرج عن كــونه مولد تيار مستمر فائدته هى تغذية ملفات الأقطاب فعندما يدار محور المولد يدور معه المغذى فتتولد فيه قوة دافعة كهربية ويتم تغذية ملفات الأقطاب أثناء الدوران عن طريق حلقات انزلاق مثبتة هى أيضا على محور المولــد ومتلامسة مع فرشات وظيفتها نقل تيار المغذى الى ملفات الاقطاب وبذلك تتواجد المغناطيسية فى حديد الاقطاب والتى تتطع اثناء الدوران ملفـــات الاستنتاج الموجودة فى العضو الثابت الذى يشبه العضو الثابت فى محركات التيار المتغير من حيث المجارى والملفات كما توجد فى الدائرة مقاومة التحكم فى تيار التغذية للاقطاب للتحكم بالتالى فى قيمة التيار المستنتج فى المولد .

توجد بعض المولدات للتيار المتغير بدون المغذى المثبت على محور المولد وتغذى ملفات الاقطاب عن طريق موحدات تقوم بتوحيد ينبوع تيــار متغير موجود أصلا فى مكان العمل كما توجد فى بعض المولدات أن تكون الأقطاب ثابتة فى جسم المولد والمنتج هو العضو الدائر ونأخذ منه التيــار المستنتج عن طريق حلقات انزلاق .

## ســؤال وجــواب

س : لماذا تغذى ملفات الأقطاب سواء فى مولدات المستمر،او المتغير بتيار مستمر ؟

ج : نعلم أن المغناطيسية تتبع التيار المنتج لها من حيث القيمة والاتجاه وفى المولدات لابد أن تكون المغناطيسية فى الأقطاب ثابتة القيمة والاتجاه والذى يعطينا هذا الطلب هو التيار المستمر لأنه ثابت القيمة والاتجاه وبذلك نضمن قطع الخطوط المغناطيسية للموصلات بحالة منتظمة وبقيمة ثابتــة فلا يتأثر الاستنتاج .

## حسابات لف محركات ومولدات التيار المستمر

تتوقف حسابات مولدات ومحركات التيار المستمر على قيمة الآتى :

١ — الضغط المطلوب فى المولدات أو المغذى فى المحركات ويرمز له ( ض ) .

٢ — عدد الأقطاب ويرمز لها (ق) .

٣ — قيمة الفيض المغناطيسى ويرمز له (خ) .

٤ — عدد الأسلاك الكلية الموجودة فى جميع المجارى لعضــــو الاستنتاج ويرمز لها (س) .

٥ — قيمة سرعة الدوران فى الدقيقة ويرمز لها (ع) وفى القانون نأخذ قيمتها فى الثانية .

٦ — عدد الدوائر المتصلة بالتوازى فى ملفات عضو الاستنتاج ويرمز لها ( و ) وهى دائرتين فى حالة التموجى مهما كان عدد الأقطاب وفى حالة الانطباقى تساوى عدد الأقطاب .

من البيانات السابقة يمكن حساب قيمة فولت عضو الاستنتاج فى محركات ومولدات التيار المستمر على أساس الآتى :

$$\text{ض} = \frac{\text{ق} \times \text{خ} \times \text{س} \times \text{ع}}{\text{و} \times ١٠^{٨} \times ٦٠} = \text{فولت}$$

هذا ويمكن حساب (ض) أيضا على النحو التالى فى الانطباقى = خ^أ × ع ثانية × س × ١٠^-٨

أما فى التموجى = عدد أزواج الأقطاب × خ × ع ثانية × س × ١٠^-٨

ولكى نحصل على عدد الاسلاك الكلية فى القانون السابق نعلم أن كل مجرى من مجارى عضو الاستنتاج يوجد بها جانبى ملف فاذا كان جانب الملف عبارة عن ١٥ لفة يكون فى المجرى ٣٠ سلك واذا كان عدد المجارى مثلا ١٢ مجرى يكون عدد الاسلاك الكلية هو حاصل ضرب عدد الاسلاك فى المجرى فى عدد المجارى = ٣٠ × ١٢ = ٣٦٠ سلكا

**ملاحظة :** فى حالة الانطباقى نظرا لقسمة عدد الأقطاب على عدد دوائر التوازى وهما متساويان والناتج واحد صحيح نجد فى قانون (ض) فى الانطباقى لم يضع هذا فى الاعتبار اما فى حالة التموجى نظرا لأن عدد الدوائر التوازى دائما اثنين لذلك نجد فى قانون (ض) تموجى تقسم عدد الأقطاب (ق) على (و) وهى عدد دوائر التوازى ويقال عنها فى بعض الأحوال عدد أزواج الأقطاب نظرا لقسمة عدد الأقطاب على اثنين .

## مثـــال

مولد يراد معرفة قيمة ضغطه فى حالة التموجى والانطباقى اذا كان مقدار الفيض المغناطيسى ٦٠٠٠٠ خط وعدد الأقطـــاب ٤ وسرعة دورانه ١٠٠٠ لفة/دقيقة وعدد مجارى عضو الاستنتاج ١٢ مجرى وعدد قطاعات عضو التوحيد ١٢ قطعة وعدد لفات الملف الواحد ٢٥ لفة .

## الحـــل

نظرا لان عدد المجارى = عدد قطاعات عضو التوحيد اذن عدد الملفات يكون ١٢ ملف .

عدد الاسلاك فى المجرى = ٢٥ لفة وتعتبر جانب واحد ونظرا لتواجد جانبين فى المجرى اذن يكون العدد لاسلاك المجرى الواحدة ( ٥٠ سلك ) .

∴ عدد الموصلات الكلية = ١٢ مجرى × ٥٠ سلك = ٦٠٠ سلك

∴ الضغط فى حالة التموجى = خ × $\frac{ق}{و}$ × $\frac{ع}{٦٠}$ س × ١٠$^{-٨}$

= ٦٠٠٠٠ × $\frac{ع}{٢}$ × $\frac{١٠٠٠}{٦٠}$ × ٦٠٠ × ١٠$^{-٨}$ = ١٢ فولت

الضغط فى حالة الانطباقى = ٦٠٠٠٠ × $\frac{ع}{ع}$ × $\frac{١٠٠٠}{٦٠}$ × ٦٠٠ × ١٠$^{-٨}$
٦ فولت

## حساب عزم الدوران فى المحرك

ان العزم الناتج من اى عضو استنتاج يمكن حسابه من التدفق للقطب الواحد وتيار عضو الاستنتاج حيث نجد أن القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى موصلات المحرك تعاكس التيار ولذا سميت بالقوة الدافعة العكسية .

فاذا فرضنا الرموز الآتية نحصل على الآتى :

١ — ق.د.ك = القوة الدافعة الكهربية .

٢ — ض = فرق الجهد على طرفى المحرك .

٣ — م$_١$ = مقاومة عضو الاستنتاج .

٤ — ش$_١$ = التيار الكلى لعضو الاستنتاج .

من هذا ينتج عندنا الآتى :

ش$_١$ = $\frac{\text{ض} - \text{ق.د.ك العكسية}}{\text{م}_١}$

أو ض = ق.د.ك العكسية + م$_١$ ش$_١$

والقدرة الكلية المعطاة لعضو الاستنتاج = ض × ش$_١$

= ( ق.د.ك العكسية × ش$_١$ ) + ( م$_١$ ش$_١^٢$ )

ويلاحظ فى المعادلة السابقة ان الطرف الثانى من الحد الثانى عبارة عن القدرة المفقودة فى عضو الاستنتاج وهو ( م١ ش١٢ ) والطرف الاول من نفس الحد يعطى القدرة الباقية وهى التى تتحول الى قدرة ميكانيكية .

∴ القدرة الميكانيكية = ق.د.ك العكسية × ش١

واذا كانت ع = عزم الدوران بالرطل قدم

واذا كانت ن = عدد اللفات الدوران فى الثانية

تكون القدرة الميكانيكية = ٢ ط × ع × ن = قدم رطل ثانية

ولما كان الحصان = ٥٥٠ قدم رطل ثانية ، = ٧٤٦ وات ، ط = ٢٢ / ٧

∴ تكون القدرة الميكانيكية = (٢ ط ن / ٥٥٠) × ع = حصان

أو = (٧٤٦ / ٥٥٠) × ٢ ط ن ع = وات

= ٨٫٥٢ ن ع وات

على هذا يمكن القول أن ق.د.ك العكسية × ش١ = ٨٫٥٢ ن ع

∴ ع أى عزم الدوران = (ق.د.ك العكسية × ش١) / (٨٫٥٢ × ن)

= (٠٫١١٧٤ × ق.د.ك × ش١) / ن

لاحظ أن ( ٠٫١١٧٤ ) هى ناتج ضرب البسط فى ١٠٠ ، ضرب ٨٫٥٢ × ١٠٠

وحيث أن معادلة الضغط (ض) = عدد الموصلات × السرعة/ثانية × التوفق × ١٠^-٨ × (عدد الاقطاب / عدد دوائر التوازى)

$$\therefore \text{المزم} = ٠٫١١٧٤ \times \frac{\text{عدد الاسلاك الكلية} \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد دوائر التوازى} \times ١٠^{٨}} \times \text{التدفق} \times \text{ش}_{١}$$

$$\text{والتدفق يحسب مقداره بالآتى} = \frac{\text{ق.د.ك} \times ١٠^{٨} \times ٦٠}{\text{السرعة فى الدقيقة} \times \text{عدد أسلاك المنتج}}$$

## مثـــال

مولد كهربى ذو أربعة اقطاب وعدد أسلاك عضو الاستنتاج ٢٢٦ سلكا ولحامه تموجى ينتج قوة دافعة كهربية ٢٦٠ فولت عندما يدار بسرعة ٧٥٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة قيمة التدفق المغناطيسى للقطب الواحد .

## الحـــل

لحام هذا المولد تموجى اى ان عدد دوائر اتوازى = ٢ دائرة

$$\therefore \text{ض} = \frac{\text{ق} \times \text{خ} \times \text{س} \times \text{ع}}{\text{و} \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}$$

$$\therefore ٢٦٠ \text{ فولت} = \frac{٤ \times \text{خ} \times ٢٢٦ \times ٧٥٠}{٢ \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}$$

$$\therefore \text{خ} = \frac{٢٦٠ \times ٢ \times ٦٠ \times ١٠^{٨}}{٤ \times ٢٢٦ \times ٧٥٠} = ٤٦٠٠٠٠٠ \text{ خطا}$$

## حـــل آخـــر

$$\text{ض توجى} = ٢ \times \text{خ} \times \text{س} \times \text{ع/ثانية} \times ١٠^{-٨}$$

$$\therefore ٢٦٠ \text{ فوت} = ٢ \times \text{خ} \times ٢٢٦ \times ١٢٫٥ \times ١٠^{-٨}$$

$$\therefore \text{خ التدفق} = \frac{٢٦٠}{٢ \times ٢٢٦ \times ١٢٫٥ \times ١٠^{-٨}} = ٤٦٠٠٠٠٠ \text{ خطا}$$

مع ملاحظة اذا كان المثال السابق انطباقى بدلا من تموجى سيكون الفرق فقط فى جميع العمليات الحسابية خاص بعدد الدوائر التوازى وسبق أن شرحنا أنها تساوى عدد الأقطاب وقسمة الاثنين على بعضهما يعطى ناتج واحد صحيح فلا داعى لوضعها فى القانون وعلى هذا اذا اردنا حساب قيمة التدفق فى المثال السابق .

وفى حالة الانطباقى تكون ض = $\frac{\text{خ} \times \text{س} \times \text{ع}}{٦٠ \times ١٠^{٨}}$

أو ض = خ × س × ع/ثانية × ١٠ ^٨

## محركات التيار المتغير

## محرك الوجه الواحد

أنواع محركات التيار المتغير والتى تعمل على الوجه الواحد ومنها محرك اليونيفرسال وهو يعمل على كل من التيار المستمر والمتغير وهو يتكون من اجزاء تشبه أجزاء محركات التيار المستمر فقط وهى العضو الدائر ( عضو استنتاج كامل ) والأقطاب البارزة وعليها ملفاتها والفرش لذا وبالنسبة لخصائص الأجزاء التى يتكون منها هذه نجده يعمل على التيار المتغير والمستمر وهذا النوع يستعمل فى محركات ماكينات الخياطة والخلاط وبعض المراوح .

يأتى بعد ذلك المحرك ذو الأقطاب البارزة والملف المقصور والعضو الدائر ( قفص سنجاب ) وهو الذى يعمل على التيار المتغير فقط لنوعيه وخصائص الأجزاء التى يتكون منها .

بعد هذه الانواع علينا أن نتعرف على نوع آخر من حيث مميزاته واستعماله وما ادخل عليه من تعديلات فى الأجزاء التى يتكون منها الأمر الذى يجعله يمتاز على الأنواع السابقة .

هذا المحرك يعمل على التيار المتغير ذو الوجه الواحد ويتكون من العضو الثابت الذى يمثل الأقطاب والعضو الدائر وهو من نوع ( قفص السنجاب ) . الا أن العضو الثابت يختلف عن الانواع السابقة وهى الأقطاب البارزة حيث يتكون هذا النوع من مجموعة رقائق لها قطر معين وسمك معين ويوجد بهذه الرقائق عدد من المجارى تشبه مجارى عضو

الإستنتاج فى التيار المستمر يوضع بها نوعين من الملفات لكل نوع من هذه الملفات عمل خاص يقوم به عند توصيل المحرك على التيار وكذا لكل نوع من هذه الملفات قطر معين وعدد لفات لكل ملف معينة .

**النوع الأول من ملفات العضو الثابت :**

يسمى هذا النوع من الملفات بملفات التشغيل لأنها تحمل شدة تيـــار حمل المحرك وتستمر تغذيتها بالتيار طول تشغيل المحرك ونصيب هـــذه الملفات من عدد مجارى المحرك الكلية هو ثلثى عدد هذه المجارى وتقسم حسب عدد الأقطاب التى يتكون منها المحرك وتوزع بالتساوى على محيط العضو الثابت .

**النوع الثانى من ملفات العضو الثابت :**

يسمى هذا النوع من الملفات بملفات البدء أو ملفات التقويم أو الملفات المساعدة وهى ملفات تساعد على بدء دوران المحرك عند تغذيته بالتيار من حيث خلق وجه جديد من الوجه الأصلى وهى البديلة للملف المقصور فى المحرك ذو الأقطاب البارزة وهى تنفصل عن التيار بعد ان يأخذ المحـــرك ما يقرب من ٧٥٪ من سرعته عن طريق مفتاح طرد مركزى أو أى وســـيلة أخرى — ونصيب هذا النوع من الملفات من عدد مجارى المحرك الكلية هى ثلث عدد هذه المجارى وتقسم أيضا حسب عدد أقطاب سرعة المحرك وتوزع بالتساوى على محيط العضو الثابت .

## مقارنة بين ملفات التشغيل والبدء

١ — (أ) نصيب ملفات التشغيل ثلثى عدد مجارى المحرك .

(ب) نصيب ملفات البدء ثلث عدد مجارى المحرك .

٢ — (أ) ملفات التشغيل تتصل بالتيار ولا تنفصل عنه طوال تشـــغيل المحـــرك .

(ب) ملفات البدء تنفصل عن التيار عندما يأخذ المحرك ما يقـــرب من ٧٥٪ من سرعته .

٣ — (أ) بما ان ملفات التشغيل تحمل شدة تيار حمل المحرك أثناء تشغيله نجد ان مساحة مقطع سلكها كبيرة بحيث يتناسب وهذه الشدة من التيار كما نجد ان عدد لفات الملف قليلة ولكن تتناسب من حيث مقاومتها وقيمة ضغط الينوع .

(ب) بما ان ملفات البدء تنفصل عن التيار قبل تحميل المحرك وبعد أن يأخذ سرعته لذا نجد ان مساحة مقطع سلكها صغيرة وعدد ملفات ملفها كثيرة حيث لا تحمل أى شىء من شدة تيار حمل المحرك ولذلك نجد ان هذه الملفات اذا لم تنفصل بعد ان يأخذ المحرك سرعته وبقيت متصلة بالتيار الكهربى سرعان ما تحترق هذه الملفات لأنها لا تتحمل هذا الأمبير .

٤ — (أ) ملفات التشغيل لا تتصل بمفتاح الطرد المركزى ولا المكثف اذا وجد .

(ب) ملفات البدء تتصل بالتوالى مع مفتاح الطرد المركزى ومع المكثف الذى يعمل على تواجد تيار فى ملفات البدء يتقدم على تيار التشغيل ( ٩٠ درجة ) — وبهذه الكيفية يتكون بالمحرك مجالان مغناطيسيان بينهما زاوية — يؤدى التفاعل بين المجالان الى بدء تشغيل المحرك تلقائيا — أما اذا كان المحرك بدون مكثف وهذا يحدث فى كثير من محرك الوجه الواحد فيراعى فى حساب سلك البدء من حيث مساحة المقطع وعدد اللفات أن تعمل على تواجد هذه الزاوية بين التيارين .

## بيـــانات لازمة

قبل فك أجزاء المحرك يجب وضع علامة مميزة على الغطاء الأمامى وكذا الغطاء الخلفى ويقابل كل علامة فى الغطاء علامة أخرى مماثلة على جسم المحرك ليسهل تجميع المحرك بعد اجراء العمليات المطلوبة .

لاعادة لف المحرك اجراءات يجب تنفيذها وبيانات يجب التعــرف عليها :

١ — عند رفع كل من ملفات التقويم وملفات التشغيل يجب قيـــاس قطر السلك وكذا عدد لفات كل ملف هذا اذا كان بالمحرك ملفات معــلومة ومنها نتعرف على خطوة اللف .

٢ — بعد رفع ملفات التقويم والتشغيل يجب تنظيف جميع المجارى من مخلفات عزلها وكذا الملفات القديمة ثم اعادة عزلها .

٣ — معرفة سرعة المحرك وتحويلها الى عدد من الأقطاب ومراجعتها على تقســيم الملفــات القديمة المرفوعة للتأكد من سرعة المحرك المطلوبة .

٤ — أوجد عدد مجارى ملفات التشغيل وهى تساوى ثلثى عــدد مجارى المحرك الكليـــة .

٥ — أوجد عدد مجارى القطب الواحد للتشغيل وهى : عدد مجارى التشغيل ÷ عدد أقطاب المحرك .

٦ — أوجد عدد مجارى التقويم وهى تســاوى ثلث عدد مجـــارى المحرك الكلية .

٧ — أوجد عدد مجارى القطب الواحد للتقــويم وهى : عدد مجارى التقويم ÷ عدد أقطاب المحرك .

٨ — خطوة اللف دائما تتوقف على نوعية اللف اذا كان متــداخل أو ملفات متســاوية وجانب واحد فى المجرى أو جانبان وفى كل هــذه الحالات نجد أن مجارى البدء تقع فى وسط ملفات التشغيل .

## تقسيم ولف المحرك

### مثـــال

يراد تقسيم محرك تيار متغير وجه واحد لاعادة لفه وهو يحتوى على ٢٤ مجرى وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة .

### التقســـيم

عـــدد المجارى الكلية للمحـــرك = ٢٤ مجرى

سرعة المحرك ١٤٥٠ لفة/دقيقة = ٤ قطب

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ × $\frac{٢}{٣}$ = ١٦ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ١٦ ÷ ٤ = ٤ مجرى

عدد مجارى التقويم = ٢٤ × $\frac{١}{٣}$ = ٨ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

### مثـــال

يراد تقسيم محرك تيار متغير وجه واحد لاعادة لفه وهو يحتوى على ٣٦ مجرى وسرعته ٩٥٠ لفة/دقيقة .

عدد مجارى المحرك الكلية = ٣٦ مجرى

سرعة المحرك ٩٥٠ لفة/دقيقة = ٦ قطب

عدد مجارى التشغيل = ٣٦ × $\frac{٢}{٣}$ = ٢٤ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ٢٤ ÷ ٦ = ٤ مجرى

عدد مجارى التقويم = ٣٦ × $\frac{١}{٣}$ = ١٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ١٢ ÷ ٦ = ٢ مجرى

بعد معرفة البيانات السابقة وعملية التقسيم أبدا فى وضع عدد من النقط على شكل خط مستقيم على ورقة ويكون عدد هذه النقط يساوى عدد المجارى مع ترك مسافة مقدار سنتيمتر واحد بين كل نقطة وأخرى — ثم ابدأ فى توزيع كل من عدد مجارى التشغيل وقطب التقويم بالتتابع على هذه النقط التى وضعتها على الورقة سابقا . ولتوضيح هذه العملية اذا كان عدد مجارى قطب التشغيل فى المثال السابق أربعة مجارى عليك تلوين عدد اربعة مجرى وهى رقم ( ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ) وبما أن عدد مجارى قطب التقويم مجرتين عليك بتلوين مجرتين بلون آخر عن لون التشغيل وهى رقم ( ٥ ، ٦ ) واستمر فى هذه العملية بالنسبة لباقى الأقطاب بالتتابع مجارى تشغيل ثم مجارى تقويم حتى تنتهى جميع مجارى المحرك وحسب عدد الأقطاب التى يتكون منها .

بما أن عدد مجارى قطب التقويم الأساسية تقع دائما فى وسط ملفات قطب التشغيل كما هو موضح بالرسم الآتى من هذا الوضع يمكن تحديد خطوة اللف لملفات التشغيل وحسب نوع اللف مع العلم بأنها فى معظم الحالات تكون خطوة اللف متداخلة ولما كانت المجارى رقم ( ٥ ، ٦ ) الخاصة بملفات التقويم فى القطب الاول واقعة فى وسط ملفات قطب التشغيل على هذا تكون خطة اللف للملف الأول الداخلى لقطب التشغيل بين رقم ( ٤ ، ٧ ) والملف الثانى بين رقم ( ٣ ، ٨ ) وهنا يجب أن نلفت النظر اذا كانت ملفات التشغيل جانبين فى المجرى وهذا يحدث فى بعض المحركات علينا الاستمرار فى وضع ملفات التشغيل بحيث يكون الملف الثالث بين رقم ( ٢ ، ٩ ) والملف الرابع بين رقم ( ١ ، ١٠ ) وهو الملف الأول من الخارج — أما اذا كان اللف جانب واحد فى المجرى يكون الملف الثالث والرابع فى اتجاه مضاد للملف الأول والثانى بحيث يكون الملف الثالث بين رقم ( ١ ، ٢٢ ) والرابع بين رقم ( ٢ ، ٢١ ) وبنفس الطريقة يمكن وضع ملفات التقويم حسب اللون والأرقام الخاصة بها وبذلك تكون ملفات القطب الأول للتقويم الأول بين رقم ( ٦ ، ١١ ) والثانى بين رقم ( ٥ ، ١٢ ) وذلك فى حالة جانب واحد فى المجرى يكون الأول بين رقم ( ٦ ، ١١ ) والثانى بين رقم ( ١٢ ، ١٧ ) والرسم الآتى يوضح ذلك .

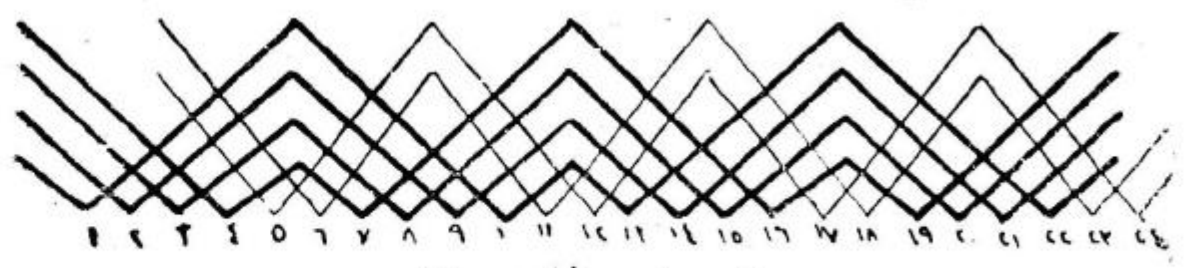
## خطوات تقسيم محرك وجه واحد

وضع النقط حسب عدد مجاري المحرك

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤

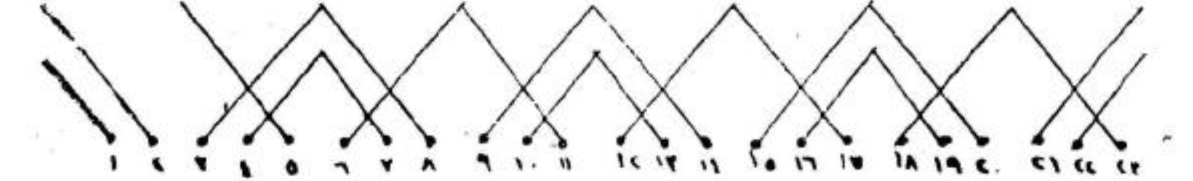
توزيع عدد مجاري التشغيل ومجاري البدء بدء تشغيل

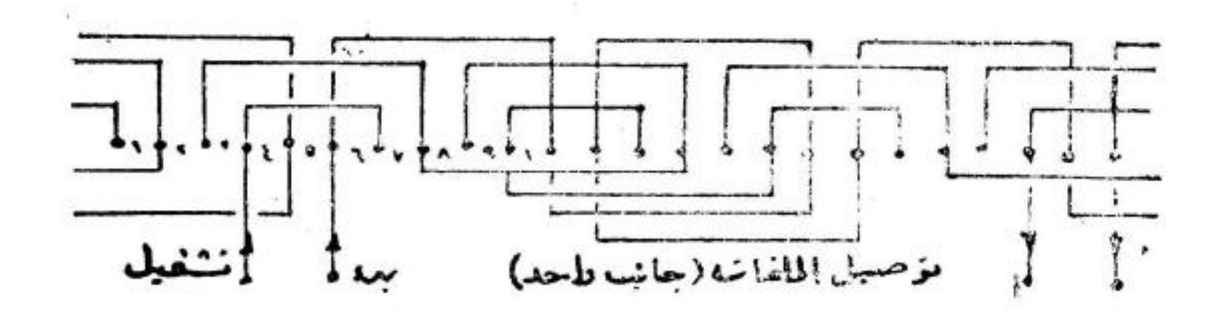
١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤




وضع الملفات فى حالة جانبين

وضع الملفات فى حالة جانب واحد بالمجرى



بعد استكمال وضع جميع ملفات التشغيل وملفات التقويم تنفذ بعد ذلك عملية توصيل مجموعات ملفات التشغيل مع بعضها بالتوالى مع مراعاة دخول وخروج التيار الكهربى فى كل مجموعة وذلك لتكوين القطبية المختلفة التى يتكون منها عدد أقطاب المحرك وهكذا بالنسبة لملفات التقويم مع ملاحظة أن أى مجموعة ملفات يقع جانبها الأول تحت قطب ويقع جانبها الآخر تحت قطب آخر مخالف .

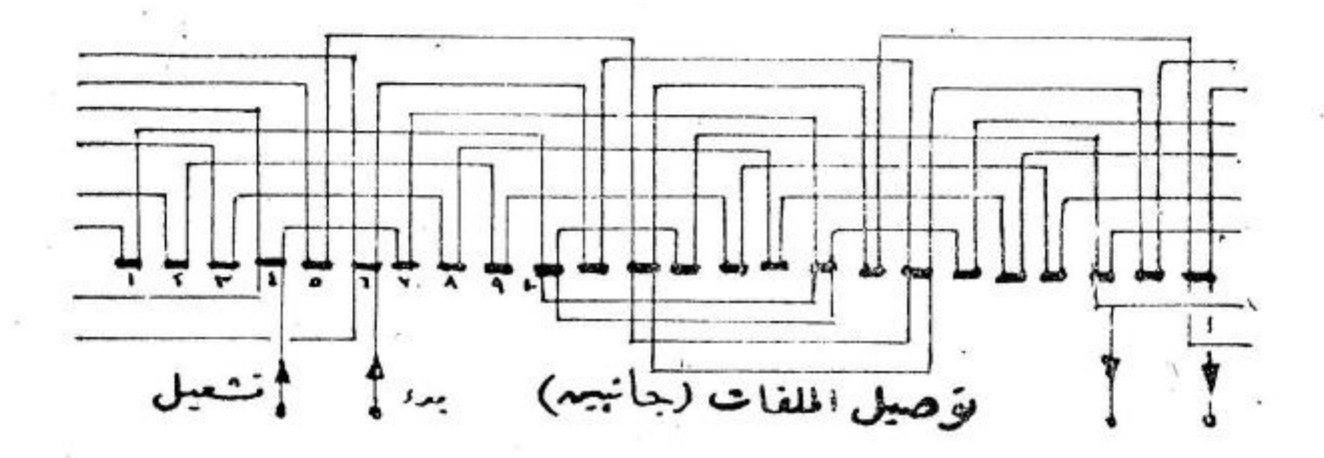
بعد تنفيذ جميع العمليات السابق شرحها يبقى تجهيز أطراف توصيل المحرك على التيار وهذه العملية لها وضعا نبالنسبة لطرفى ملفات التشغيل وطرفى مفات التقويم وطرفى الطرد المركزى وطرفى المكثف اذا وجد .

أولا — اذا كان المحرك مزود بمكثف نجد أن ملفات التقويم تتصل بالتوالى مع المكثف ومع المفتاح الخاص بقطع التيار سواء كان من نوع الطرد المركزى أو نوع آخر كما تتصل هذه المجموعة بأكملها بالتوازى مع طرفى التشغيل والتيار .

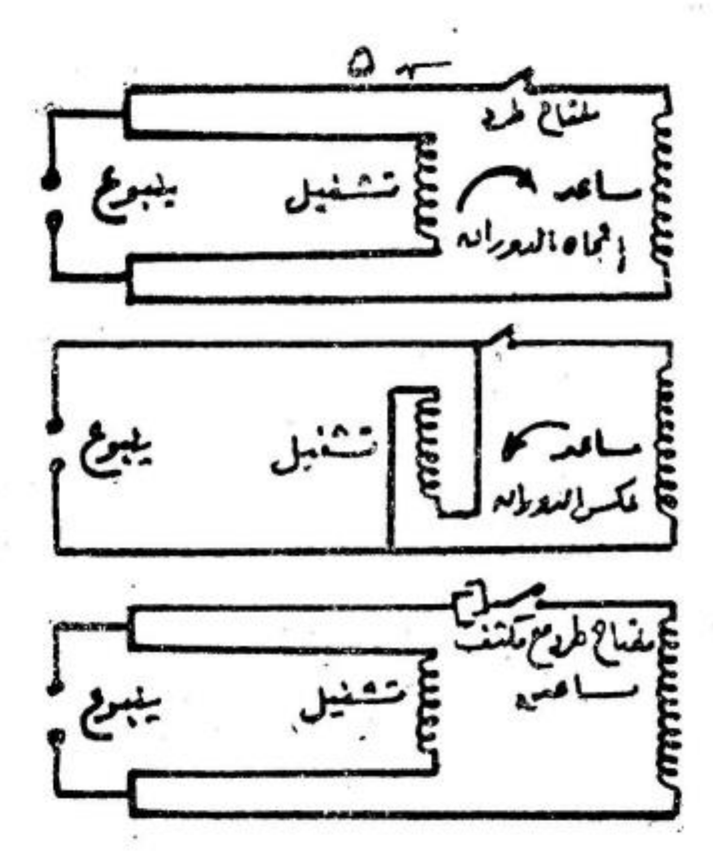
ثانيا — اذا كان المحرك بدون مكثف نجد ملفات التقويم تتصل بالتوالى مع مفتاح الطرد المركزى أو الوسيلة الخارجية سواء كانت ضاغط جرس أو مفتاح عادى وكمثرى أو مفتاح قلاب ث مبالتوازى هذه المجموعة مع ملفات التشغيل والتيار .

هذا ويمكن عكس حركة دوران المحرك عن طريق عكس اتجاه سير التيار الكهربى أما فى ملفات التقويم وأما فى ملفات التشغيل بحيث تكون قطبية التقويم متقدمة أو متأخرة ولذلك نجد عند توصيل مجموعات ملفات التشغيل وتوصيل مجموعات ملفات التقويم عدم الارتباط بينهما من حيث سير التيار وتكوين القطبية والرسومات الآتية توضح هذا .

## توصيل الأطراف وعكس اتجاه الدوران




## عكس اتجاه الدوران



# أنواع لف محرك الوجه الواحد

ان الشرح السابق يعتبر الشرح العام لتقسيم محرك الوجه الواحد الذى يحتوى على ملفات تشغيل وملفات تقويم واجديد الذى يجب أن نعرفه بعد هذا هو الآتى :

تنقسم محركات الوجه الواحد الى قسمين :

١ — محركات وجه واحد مزودة بمفتاح طرد مركزى .

٢ — محركات وجه واحد غير مزودة بمفتاح طرد مركزى .

كما نجد أن المحركات المزودة بمفتاح طرد مركزى تكون على النحو التالى :

( أ ) محرك مزود بمفتاح طرد مركزى وبه ملفات تشغيل مستقلة المجارى وملفات بدء مستقلة المجارى وهذا النوع يعتبر سليم من حيث جميع الحسابات الخاصة بنوعية صاجه ومساحة مقطع اسلاكه وكذا عدد لفات الملفات اذا قورنت بقدرة المحرك وسرعته المطلوبة .

(ب) محرك مزود بمفتاح طرد مركزى وبه ملفا تتشغيل مستقلةالمجارى وملفات بدء مستقلة المجارى ولكن نجد هذا المحرك مزود بمكثف ويعتبر تزويد هذا المحرك بالمكثف لتحسين معاملة قدرته وضبط جميع الحسابات الخاصة به .

(جـ ) محرك مزود بمفتاح طرد مركزى وبه ملفات تشغيل وملفات بدء ولكن يوجد اشتراك بين ملفات التشغيل وملفات البدء فى مجرى أو أكثر ويعتبر اشتراك جزء من لفات التقويم مع التشغيل بديلا من تزويد المحرك بمكثف .

أما محركات الوجه الواحد الغير مزودة بمفتاح طرد مركزى فهى توجد على النحو التالى :

١ — يخص كل من ملفات التشغيل وملفات التقويم نصف مجارى المحرك .

٢ — يلف كل من ملفات التشغيل وملفات التقويم بمساحة مقطع سلك واحد اى بخلاف النوع المزود بمفتاح الطرد المركزى الذى نجد فيها سلك التشغيل له مساحة مقطع وسلك التقويم له مساحة مقطع .

٣ ـــ عدد لفات ملف كل من التشغيل والتقويم عدد واحد أى أيضا بخلاف المحرك المزود بمفتاح الطرد المركزى حيث نجد التشغيل له عـــدد من اللفات والتقويم له عدد آخر من اللفات .

٤ ـــ هذا النوع من المحركات لابد من تزويده بمكثف ليعمل على ايجاد زاوية الوجه بين التشغيل والتقويم .

٥ ـــ نصف المجارى الذى تتصل ملفاته بالمكثف تعتبر بمثابة ملفات التقويم وملفات النصف الآخر تعتبر بمثابة ملفات التشغيل .

٦ ـــ عكس حركة دوران هذا المحرك يكون عن طريق تغيير وضع المكثف من ملفات النصف الذى كان متصل بها الى ملفات النصف الآخر من المجارى .

• هذا النوع من المحركات تعتبر من حيث الاستعمال هى التى تستعمل فى الحالات التى تستدعى قيام المحرك عند تشغيله بالحمل وهذا عـــكس النوع المزود بمفتاح طرد مركزى يجب تشغيله أولا دون حمل حتى تنفصل ملفات التقويم ثم يحمل المحرك .

وعلى هذا نجد أن هذا النوع الغير مزود بمفتاح طرد مركزى لا تنفصل ملفات التقويم عن التيار عندما يأخذ المحرك سرعته .

## تقسيم المحرك الغير مزود بمفتاح طرد

هذا المحرك حسب الشرح السابق نجد فيه ملفات التشـــغيل يخصها نصف عدد المجارى الكلية وملفات التقويم يخصها النصف الثانى وعلى هذا يكون تقسيم المحرك على النحو التالى :

### مثـــــال

محرك وجه واحد غير مزود بمفتاح طرد مركزى ويقوم بالحمل مباشرة به ٢٤ مجرى ويعطى سرعة ١٤٥٠ لفة/دقيقة يراد تقسيمه .

### الحـــــل

عدد المجارى الكلية = ٢٤ مجرى

سرعة المحرك = ١٤٥٠ لفة/دقيقة = ٤ أقطاب

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

عدد مجارى التقويم = ٢٤ — ١٢ = ١٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

**نوع خطوة اللف متداخلة :**

مقدار خطوة اللف فى كل من التشغيل والتقويم واحدة وحيث أن قطب التقويم يخصه عدد ٣ مجرى يكون الملف الأصفر للتشغيل مقدار خطــوته ٣ + ٢ = ٥ مجرى ومقدار خطوة الملف الثانى ٥ + ٢ = ٧ مجــرى مع ملاحظة أن فى هذا المثال يكون الملف الأصفر فى كـ لمن التشغيل والتقويم ملف كامل اما الملف الثانى يكون نصف ملف أى يكون فى المجرى جانبين وبنفس مقدار هذه الخطوة للتشغيل تكون خطوة التقويم وكذا الملف الأصغر ملف كامل والملف الثانى نصف ملف من حيث عدد اللفات اى جانبين فى المجرى ايضا .

## طريقة اســقاط الملفــات

١ — اسقط أولا ملف التشغيل الكامل وهو الأصغر على خطــوة مقدارها خمس مجارى ثم اسقط نصف ملف وهو الثانى على خطوة مقدارها سبعة مجارى .

٢ — اترك مجرى خالية وهى الأولى من مجارى قطب التقويم .

٣ — اسقط الملف الكامل وهو الاصغر على خطوة خمس مجارى ثم اسقط نصف ملف وهو الثانى على خطوة مقدارها سبعة مجارى .

٤ — بعد ذلك سنجد مجرتين الأولى بها جانب كامل للملف التشغيل والثانية نصف جانب للملف الثانى للتشغيل اسقط فى المجرى اتى بعدهما ملف كامل للتشغيل على خطوة مقدارها خمس مجارى ثم اسقط نصف ملف على أن يشترك مع النصف الذى سبقه فى نفس المجرى .

٥ — كرر هذه العملية فى ملفات التشغيل وملفات التقويم الى ان يكمل اللف .

٦ — وصل مجموعات ملفات التشغيل بالتوالى مع بعضها مع مراعاة دخول وخروج التيار لتكوين القطبية بحيث ينتهى التوصيل بطرفين .

٧ — وصل مجموعات ملفات التقويم بالتوالى مع بعضها مع مراعاة ايضا دخول وخروج التيار لتكوين القطبية بحيث ينتهى التوصيل بطرفين .

٨ — وصل المكثف بالتوالى مع ملفات التقويم .

رسم الانفراد يوضح طريقة تنفيذ هذه العمليات فى باب الانفرادات .

بعد اتمام أى عملية من العمليات السابقة ويراد تجميع المحرك لتشغيله يجب مراعاة فحص الملفات أولا للتأكد من سلامتها وكذا غسل واعادة تشحيم الرولمان بلى بحيث يكون الشحم من النوع الجيد ونخليف ثم يجمع المحرك ويختبر على التيار .

الحالة الثانية : وهى اذا كانت جميع بيانات المحرك مفقودة ولا يعرف أى شيء عن قدرة المحرك وقطر سلك كل من ملفات التشغيل والتقويم وكذا عدد لفات ملف التشغيل وملف التقويم ويراد لف هذا المحرك فى مثل هذه الظروف نجد كثيرا من الأشخاص يأخذون بيانات محرك آخر يقرب من هذا المحرك فى الحجم والشكل ولكن هذا خطأ كبير ولا يعطى المحرك وضعه السليم من حيث اللف والقدرة .

لذا كان البحث والتجربة التى أمكن بواسطتها التغلب على هذا الوضع وعن طريق تنفيذ العمليات والحصول على البيانات الآتية يمكن الوصول الى ما يتعلق باعادة لف المحرك بدرجة كبيرة من الجودة .

## التعرف على قدرة المحـــرك

فى بعض الحالات التى يوجد عليها المحرك يكون فارغا من الاسلاك وليس عليه لوحة بيانات تدلنا على ضغط وامبير وسرعة وقدرة هذا المحرك ولكى يستفاد من هذا المحرك واعادة لفه نجد انفسنا أمام أول بيان مطلوب معرفته وهو قدرة المحرك وعلى هذا يجب التعرف والحصول على الآتى :

١ — أوجد عدد مجارى ملفات التشغيل .

٢ — أوجد طول المجرى من حيث سمك مجموعة الرقائق فقط بالسنتيمتر مع مراعاة الدقة :

٣ — أوجد عرض السنة الحديد الموجودة من أعلى بين مجرتين متجاورتين بالسنتيمتر مع مراعاة الدقة التامة ( شن ٦ ) .

٤ — تحديد سرعة المحرك التى سيعمل عليها .

٥ — استعمل ( ٩٠٠٠ الى ٩٥٠٠ خط ) كفيض مغناطيسى لكل سنتيمتر مربع حتى قدرة واحد حصان أما اذا زادت القدرة عن واحد كيلوات استعمل ( ٨٥٠٠ الى ٩٠٠٠ خط ) .

٦ — تحديد قيمة ضغط الينبوع الذى سيعمل عليه المحرك .

## البيانات العملية لحسابات لف المحرك

## وجــه واحــد

لاعادة لف المحرك وضعان بالنسبة لحالة المحرك من حيث اذا كان أصلا ملفوفا وحدث به تلف يتسبب فى اعادة لفه أو اذا كان المحرك لا يوجد به ملفات أو فقدت بياناته ويراد اعادة لفه .

الحالة الأولى : وهى اذا كان المحرك أصلا به ملفات وحدث به تلف ويراد اعادة لفه علينا قبل كل شيء فحص المحرك والتعرف على نوع التلف الموجود به على النحو التالى :

١ — فحص ملفات التشغيل والتأكد من سلامتها من حيــث العزل والمقاومة والتوصيل .

٢ — فحص ملفات التقويم والتأكد من سلامتها من حيث العــزل والمقاومة والتوصيل .

٣ — فحص مفتاح الطرد المركزى من حيث طريقة القطع والتوصيل للتيار وكذا صلاحية المكثف .

٤ — فحص الجلب او رولمان بلى المحرك والتأكد من سلامته .

اذا وجد أى تلف فى ملفات التشغيل يكون الوضع بالنسبة للمحرك هو اعادة لفه على أساس بيانات ملفاته من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف بالنسبة لكل من ملفات التشغيل والتقويم .

اذا وجد أن التلف فى ملفات التقويم وكانت مفات اتشغيل سليمة نجد الوضع يحتاج الى دراسة وهى هل يمكن رفع ملفات التقويم دون أن تتعرض ملفات التشغيل لأى تلف — اذا كان الوضع ممكن نأخذ بيانات ملفات التقويم فقط ويعاد لفها — اما اذا كان الوضع يتعذر فيه رفع ملفات التقويم فقط علينا رفع جميع ملفات التقويم والتشغيل واخذ بيانات كل منها ويعاد لف المحرك على اساس هذه البيانات المأخوذة من المحرك .

اذا كانت ملفات التشغيل والتقويم سليمة وكان التلف فى الجلــب أو رولمان بلى المحرك الأمر الذى يجعل المحرك لا يعمل بحالة جيدة علينا فى هذه الحالة رفع الجلب أو رولمان بلى المحرك وتركيب اخر جديد .

## الحـــل

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ × $\frac{٢}{٣}$ = ١٦ مجرى

(أ) $\frac{٨ر٥ \times ٠ر٩ \times ١٦}{٢ \times ٤} \times \frac{٨ر٥ \times ٠ر٩ \times ١٦}{٢ \times ٤} = ٢٣٤$

(ب) القدرة = $\frac{٩٥٠٠ \times ٢٣٤}{٦١٠ \quad ١} \times \frac{١٥٠٠ \times ٢٢٠}{١٥٠٠}$ = ٥٠٠ وات

## معرفة مساحة مقطع سلك التشغيل

بعد الحصول على قدرة المحرك فى المثال السابق يمكن على ضـــوء هذا البيان تحديد مساحة مقطع ســـلك ملفات التشـــغيل وعن طـــريق معرفة الآتى :

١ — تحديد مقدار قدرة المحرك بالوات .

٢ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحرك .

٣ — كثافة التيار لكل مم٢ ويمكن فى هذه الحالة استعمال ( ٥ أمبير ) .

٤ — معامل القدرة واذا تعذر معرفته يمكن استعمال ( ٠ر٧٠ الى ٠ر٧٥ ) .

فى المثال السابق تعرفنا على قدرة المحرك وهى ٥٠٠ وات على أساسها يمكن حساب مساحة مقطع السلك اللازم للف ملفات التشغيل فى هذا المحرك .

## الحـــل

**مساحة مقطع سلك التشغيل :**

$$= \frac{\text{قدرة المحرك بالوات}}{\text{ضغط الينبوع} \times \text{معامل القدرة} \times \text{كثافة التيار}}$$

$$= \frac{٥٠٠}{٢٢٠ \times ٠ر٧٠ \times ٥} = ٠ر٦٥ \text{ مم}^٢$$

٧ — تعرف على قيمة تردد ضغط الينبوع .

٨ — استعمل الأرقام الآتية ( ٢ ، ٤ ، ٦١٠ ، ١٥٠٠ ) .

٩ — استعمل معامل قدرة من ( ٧٠ر٠ الى ٧٥ر٠ ) اذا تعــــذر معرفته .

## رسم عرض السنة




من البيانات السابقة يمكن تنفيذ الآتى فى شكل قانون للحصول على قدرة المحــرك .

$$(أ)\ \frac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى}}{٤ \times ٢} \times \frac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى}}{٤ \times ٢}$$

$$(ب)\ \frac{\text{ناتج العملية السابقة} \times \text{الفيض المغناطيسى} \times \text{ضغط الينبوع} \times \text{سرعة المحرك}}{٦١٠ \times ١٥٠٠} = \text{وات}$$

## مثـــــال

محرك وجه واحد تيار متغير يحتوى على ٢٤ مجرى فيه عرض السنة ٩ر٠ سم وطول المجرى ٥ر٨ سم وسرعته ١٥٠٠ لفة/دقيقة ويصل على ضغط ٢٢٠ فولت والمطلوب معرفة قيمة قدرته .

من الجدول الخاص بمساحة مقطع وقطر الأسلاك نجد أن ٦٥ر٠ مم٢ كمساحة مقطع السلك يقابلها فى الجدول ٩ر٠ مم كقطر السلك وهو الخاص بملفات التشغيل وعلى ضوء معرفة مساحة مقطع سلك التشغيل يمكن تحديد مساحة مقطع سلك التقويم فى نفس المحرك وحسب حالة المحرك من حيث اذا كان يعمل بدون مكثف أو اذا كان مزودا بمكثف .

١ — اذا كان المحرك يعمل بدون مكثف تكون مساحة مقطع سلك التقويم = ½ مساحة سلك التشغيل .

٢ — اذا كان المحرك يعمل بمكثف تكون مساحة مقطع سلك التقويم = ٢/٥ مساحة مقطع سلك التشغيل .

هذه نسب تقريبية من واقع بعض الفحوص لأنواع مختلفة من محركات الوجه الواحد وكذا بعض التجارب العملية عليها وهى تعطى نتيجة لا تقل جودتها عن ٩٠٪ من جودة المحرك .

## معرفة عدد لفات ملف التشغيل

بعد التعرف على قيمة قدرة المحرك ومساحة مقطع السلك اللازم لاعادة لفه يبقى معرفة عدد لفات كل من ملف التشغيل وملف التقويم ولحساب عدد لفات ملف التشغيل يجب معرفة الآتى :

١ — عدد مجارى ملفات التشغيل .

٢ — مقدار عرض السنة السابق معرفته .

٣ — طول المجرى السابق معرفته .

٤ — قيمة الفيض المغناطيسى وهو المستعمل فى معرفة القدرة مع مراعاة ان قيمة الفيض تقل مع زيادة القدرة .

٥ — قيمة ضغط الينبوع الخاص بالمحرك .

٦ — قيمة التردد للينبوع .

٧ — سرعة المحرك التى سيعمل بها .

٨ — الارقام الثابتة ( ٤ ، ٩٧ر٠ ، ٤٤ر٤ ، ١٥٠٠ ، ١٠^٨ ) .

## تركيب القـانون

عدد لفات ملفات التشغيل الكلية =

$$\frac{0.97 \times \text{ضغط الينبوع} \times 1500}{4.44 \times \text{الفيض الكلى} \times \text{سرعة المحرك} \times 10^{-8}}$$

### مثـــال

محرك وجه واحد تيار متغير يحتوى على ٢٤ مجرى يعمل على ٢٢٠ فولت يتردد ٥٠ ذبذبة فيه عرض بسنة الحديد ٩ر٠ سم وطول المجـرى ٥ر٨ سم وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة عدد لفـــات ملف التشغيل .

### الحـــل

عدد مجارى التشغيل = ٢٤ × $\frac{2}{3}$ = ١٦ مجرى

عدد ملفات التشغيل = ١٦ ÷ ٢ = ٨ ملف

قيمة الفيض الكلى =

$$\frac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى} \times \text{قيمة فيض السنتيمتر المربع}}{4}$$

= ( ١٦ × ٩ر٠ × ٥ر٨ × ٩٥٠٠ ) ÷ ٤ = ٢٧٥٤٠٠ خط

عدد لفات ملفات التشغيل الكلية =

$$\frac{0.97 \times 220 \times 1500}{4.44 \times 50 \times 275400 \times 1450 \times 10^{-8}} = 350 \text{ لفة}$$

∴ عدد لفات الملف الواحد تشغيل = ٣٥٠ ÷ ٨ = ٤٤ لفة

وعلى ضوء معرفة عدد لفات ملف التشغيل يمكن تحديد لفـــات ملف التقـــويم :

١ — اذا كان المحرك يعمل بدون مكثف يكون عدد ملفـــات التقويم = ضعف عدد لفات التشغيل .

اذا كان المحرك يعمل بمكثف يكون عدد لفات ملف التقويم = ضعف عدد لفات ملف التشغيل ولكن نجد أن مساحة المقطع تختلف عن الحـــالة

السابقة أى فى الحالتين ( ١ ، ٢ ) عدد لفات ملف التقويم متساوية ولكن مساحة المقطع للسلك فى (١) ½ مساحة مقطع التشغيل وفى (٢) ¾ مساحة مقطع التشغيل والسبب فى ذلك هو الحصول من فرق مساحة المقطع فى حالة عدم : استعمال مكثف على مقدار الزاوية بين تيـــار التشغيل وتيار التقويم بكفاءة عالية تعوض عدم وجود المكثف .

## الجديد فى محركات الوجه الواحد

لقد تعودنا أن محركات الوجه الواحد التى تعمل على التيار المتغير تكون دائما بمفتاح طرد مركزى يعمل على فصل دائرة ملفات البدء عن تيار التغذية للمحرك بعد أن يأخذ المحرك سرعته .

والجديد فى النوع الذى أقدمه لك هو الغاء مفتاح الطرد المركزى واستعمال قاطع اتوماتيكى بدلا منه مع مراعاة أن التشغيل له مواصفاته والتقويم له مواصفاته بخلاف النوع السابق شرحه .

**طريقة تشغيل القاطع :**

عندما يكون المحرك ساكنا تكون دائرة توصيل القاطع مقفلة ، فعند تغذية المحرك بالتيار تكون دائرة كل من ملفات التشغيل والبدء متصـــلة بالتيار ويأخذ المحرك سرعة دورانه وهنا تفتح دائرة توصيل القاطع بتيار الينبوع وكذلك دائرة ملفات البدء ولكى لا تقفل دائرة القاطع لانعـــدام المغناطيسية التى تجذب الرافعة وعليه تتصل ملفات البدء بالتيار مرة ثانية تجد ظاهر بالرسم أن القاطع يغذى فى هذه الفترة بالتيار المستنتج فى ملفات البدء — وهذا النوع من المحركات بدء دورانه سريع ويتفق مع وقت فصل القاطع للتيار عن ملفات البدء وهو يشبه بدرجة كبيرة المحـــركات المستعملة فى الثلاجات الا أن طريقة تشغيل الريلية تختلف .



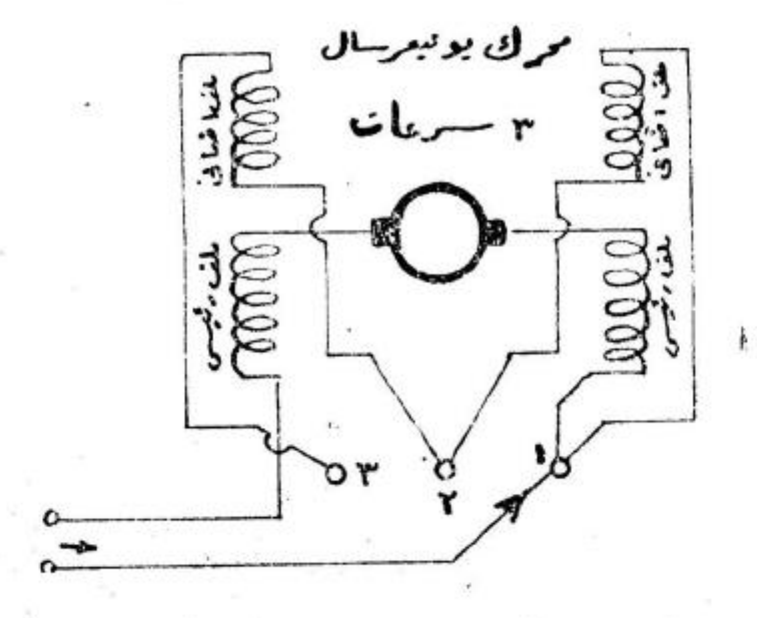
دائرة محرك وجه واحد
بدون مفتاح طرد مركزى

## محركات وجه واحد تعطى أكثر من سرعة واحدة

هناك من مرحكات الوجه الواحد مثل محركات اليونيفرسال ما يعطى أكثر من سرعة واحدة مثل المستعمل فى الخلاط أو مضرب البيض ويختلف الوضع فى هذا النوع عن شابته من محركات اليونيفرسال والتى تعطى سرعة واحدة بأنه مزود بملف قطب ثانى ركب مع ملف القطب الرئيسى وهو الخاص بالسرعة العالية وعلى هذا اذا أردنا تشغيل المحرك ليعطى سرعة متوسطة أدخل ملف القطب الثانى بالتوالى مع ملفى اقطبين الرئيسيين — أما اذا أردنا تشغيل المحرك ليعطى سرعة صغيرة أدخل الملفين بالتوالى مع الملفين الرئيسيين مع ملاحظة ان الملفين الجديدين يختلف سلكهما من حيث مساحة المقطع وعدد اللفات عن مساحة مقطع وعدد لفات الملفات الرئيسية .

كما يوجد أنواع اخرى من محركات الوجه الواحد أكثر من سرعة خلاف نوع اليونيفرسال والرسومات الآتية توضح هذه الأنواع وطرق لفها .

## محرك يونيفرسال ٣ سرعات



# محرك تيار متغير وجه واحد قفص سنجاب

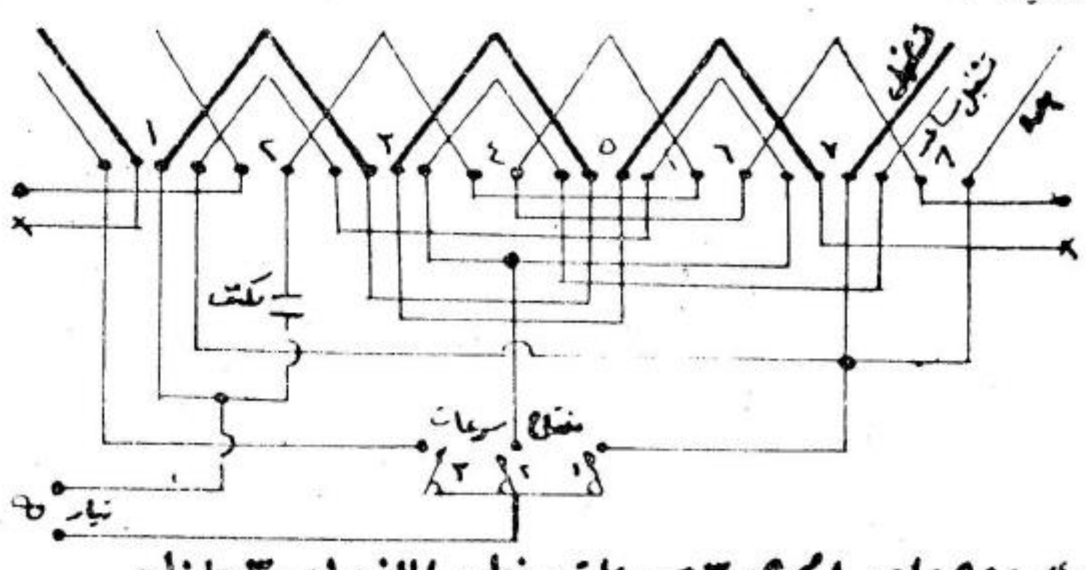
## يعطي ثلاث ساعات

التحكم فى هذا المحرك لأخذ السرعة المطلوبة يكون عن طريق ملفات تشغيل اضافية تدخل بالتوالى مع ملفات التشغيل الرئيسية وعلى هذا يكون عندنا فى المجرى الواحدة أربعة جوانب للملفات اثنين للفات تشـــغيل رئيسية واثنين للفات تشغيل اضافية — أما ملفات التقويم يوجد لها فى المجرى جانبان فقط مع مراعاة أن تقسيم هذا المحرك من حيث عدد مجاريه فهى ناصفة بين التشغيل والتقويم كما هو مبين بالرسم الآتى :

للحصول على السرعة الكبيرة يوصل التيار الكهربى للمحرك ويكون فى طريقه كل من ملفات التشغيل الرئيسية فقط وملفات التقويم والمكثف ولا يوجد فى هذا النوع مفتاح قطع .

للحصـــول على السرعة المتوسطة يوصل التيـــار للمحرك ويكون فى طريقه كل من ملفات التقويم والمكثف وملفات التشغيل الرئيسية متصـــل معها بالتوالى الملف الأول والثالث من الملفات الاضافية . والمشتركة مع الرئيسية فى مجرى واحد .

للحصول على السرعة الصغيرة يوصل التيار للمحرك ويكون فى طريقه ملفات التقويم والمكثف وملفات التشغيل ارئيسية متصل معها ملفـــات التشغيل الاضافية جميعها أى يضاف لها الملف الثـــانى والرابع مع الأول والثالث بالنسبة السرعة المتوسطة — يستعمل هذا النـــوع فى المراوح الحديثة .




محرك وجه واحد ٨ مجرى ٣ سرعات خطوه الملف ١ — ٣ جانبانه

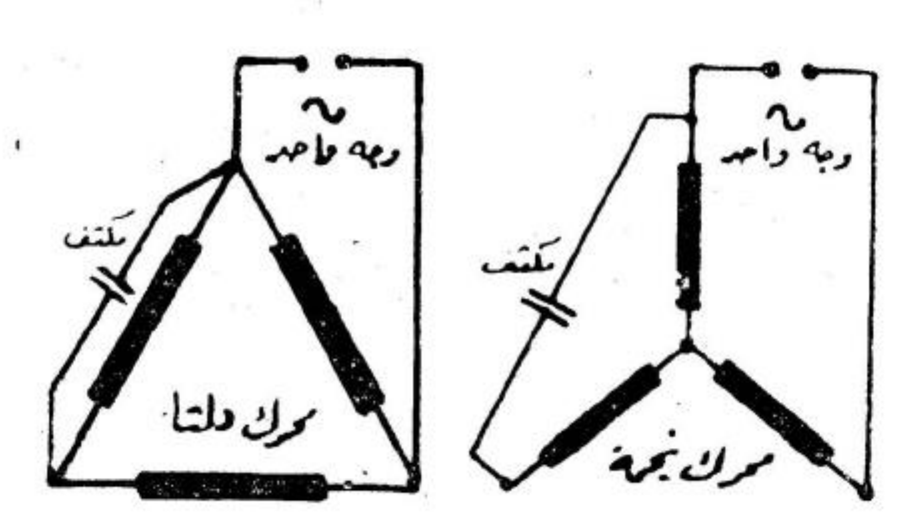
## تشغيل محرك ثلاثة أوجه كمحرك

## وجـــه واحـــد

يمكن استخدام محركات الثلاثة أوجه ذات العضو الدائر من نـــوع قفص السنجاب والتى لا تتعدى قدرتها ثلاثة كيلوات لتعمل كمحركات وجه واحد وبسرعة ثابتة .

فى هذه العملية يجب أن تعرف أن قدرة الخرج للمحرك عند تشغيله على وجه واحد تقل ولا تتعدى ٧٥٪ من قدرته المقررة فى حالة الثــلاثة أوجـــه .

لتنفيذ هذه العملية وتشغيل المحرك على وجه واحد بدلا من ثلاثة أوجه يجب استخدام المكثفات لبدء التشغيل ويتم تحديد قيمة المكثف بالنسبة لقيمة الجهد المستخدم عليه المحرك ويمكن تقدير قيمة المكثف المستعمل مع محرك يعمل على جهد ٢٢٠ فولت بمقدار ( ٧٠ ميكرفراد ) والرسم الآتى يبين طريقة التوصيل بالنسبة للمكثف والينبوع مع المحرك فى حالة النجمة وفى حـــالة الدلتا وعن طريق علبة التوصيل الخاصة بأطراف المحرك دون فك أجزاء المحرك أو أى تعديل فى ملفاته بالداخل .



## محركات الثلاثة أوجـــه

قبل أن نتكلم عن طرق تقسيم ولف محركات الثلاثة أوجه يجب علينا التعرف على بعض البيانات والمواصفات الخاصة بهذا النوع من المحركات .

يجب علينا أولا أن نعرف ما تعنيه سرعة المجال الدوار للتيار المتردد حيث يمكن حساب سرعة هذا المجال فى أى محرك بمعرفة قيمة تردد جهد الينبوع وعدد أزواج الأقطاب فى المحرك .

فاذا فرضنا أن (ف) هى قيمة التردد للينبوع
وأن (ق) هى عدد أزواج الأقطاب .
وأن (ن) هى عدد الدورات فى الدقيقة ( السرعة ) .

$$\therefore \text{تكون السرعة} = \frac{٦٠ \times \text{ف}}{\text{ق}}$$

ويتم توليد عزم الدوران للمحرك عند توصيل ملفات العضو الثابت بالينبوع حيث يتولد بالحث فى العضو الدوار جهد له قيمة معينة يؤدى الى وجود مجال مغناطيسى بالعضو الدوار ــ ويتولد عزم الدوران المطلوب نتيجة تفاعل المجال المغناطيسى الموجود فى العضو الثابت مع المجال المغناطيسى المتولد بالحث فى العضو الدوار .

وكلما زادت سرعة العضو الدوار يقل معها الجهد المتولد فيه حتى يصل هذا الجهد الى الصفر ولا تحدث هذه الحالة الا اذا دار بسرعة مساوية تماما لسرعة المجال الدوار فى العضو الثابت وتسمى سرعة المحرك فى هذه الحالة الأخيرة بالسرعة المتزامنة ، غير أن سرعة العضو الدوار لا يمكن أن تصل الى هذه السرعة ويقال فى هذه الحالة أن العضو الدوار يدور بسرعة لا تزامنية ، كما تتراوح قيمة الانزلاق وهو قيمة النقص فى سرعة دوران العضو الدوار عن سرعة المجال ما بين ( ٢٪ ، ٦٪ ) من سرعة المجـــال الدوار .

جدول يبين سرعة العضو الدوار لبعض الآلات اللاتزامنية بالمقــارنة بسرعة المجــال :

| عدد أزواج الأقطاب | واحد | اثنان | ثلاثة | أربعة |
|---|---|---|---|---|
| سرعة المجال لفة/دقيقة | ٣٠٠٠ | ١٥٠٠ | ١٠٠٠ | ٨٥٠ |
| السرعة المقننة للعضو الدوار لفة/دقيقة | ٢٨٧٥ | ~~٩٢٥~~ ١٤٥٠ | ٩٢٥ | ٧٢٠ |

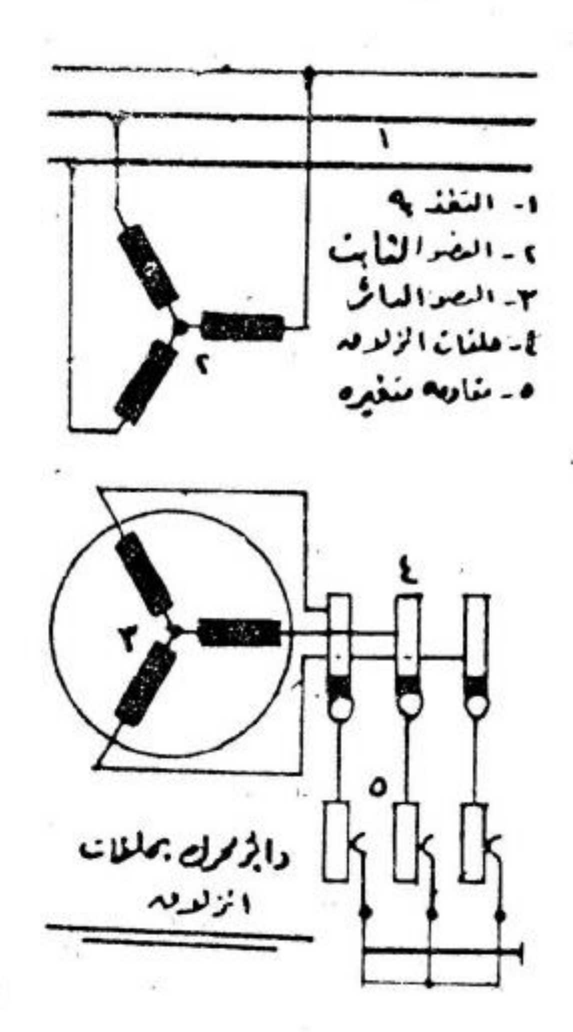
## محرك ثلاثة أوجه بعضو دوار على هيئة قفص ســنجاب

هذا النوع من المحركات يعتبر اكثر أنواع المحركات اســتخداما فى ادارة آلات الانتاج ــ وتتميز هذه المحركات بتصميم يفوق ما عــداها من المحركات الأخرى من حيث التحميل ــ كما أنها لا تحتاج الا لأقل الجهود لصيانتها هذا بالاضافة الى أنتكاليف تصنيعها تعتبر اقتصادية .

يتكون العضو الدائر فى هذا النوع من المحركات من عمــود ادارة مثبت عليه رقائق من الصلب السليكونى مجمعة مع بعضها ويوجد بها طوليا مجار توضع فيها قضبان من النحاس أو الالمونيوم على أن تقصر دائرة هذه القضبان بواسطة حلقتان من الأمام والخلف ويتكون العضو الثابت من رقائق من الحديد السليكونى يوجد بها طوليا مجار يوضع بداخلها ملفــات المحرك بطريقة معينة ــ وتتميز هذه المحركات بعزم بدء تشغيل عــال وبسرعة دوران ثابتة تعتمد على سرعة المجال الدوار ــ غير أنه يعيب هذه المحركات زيادة شدة التيار فى بدء التشغيل القدرات العالية حتى أنه يصل فى بعض الأحيان الى خمسة أو ستة اضعاف التيار المحدد ولذلك يفضل تقليل تيــار بدء التشغيل بقدر الامكان عنطريق توصيل المحرك بمفاتيح تشغيل خاصة وهى مفاتيح النجمة ، دلتا على أن يوصل المحرك أولا على أساس نجمة ثم يحول توصيله على الدلتا مع مراعاة قيمة ضغط المحرك فى حالة الدلتا وقيمة ضغط الينبــوع .

## محرك ثلاثة أوجه بحلقات انزلاق

تتميز هذه المحركات بعزم دوران فى بدء التشغيل كبير وبأن بدء حركتها يتم بطريقة سهلة وتدريجية ، كمايمكن تنظيم وضبط سرعة هذه المحركات حتى تصل الى السرعة اللانزامية المقننة ، وفى هذه المحركات يكون لكل من العضو الثابت والعضو الدوار ملفات خاصة به وترتب هذه الملفات بحيث يمكن توصيلها بطريقة النجمة ، على ان توصل نهايات الملفات المتصلة بحلقات الانزلاق المركبة على عمود الادارة للمرحك ( المحور ) بمقاومات للحد من تيار بدء التشغيل ، ويستخدم فى هذه المحركات عادة وسيلة تقوم بقصر دائرة ملفات العضو الدواروفصل الفرش بمجرد وصول المحرك الى السرعة المقننة وبهذه الكيفية تعمل هذه المحركات بعد بدء الحركة كما لو كانت محركات ثلاثة أوجه بعضو دوار قفص سنجاب .




مع العلم بأن المقاومات المتصلة للحد من تيار بدء التشغيل تفصل من الدائرة بمجرد وصول العضو الدوار الى السرعة المقننة .

ويستعمل هذا النوع من المحركات بصفة خاصة عندما يتطلب العمل القيام بالحمل مباشرة عند بدء حركة المحرك والوصول الى السرعة المطلوبة بطريقة تدريجية وهو ملائم لتشغيل الأوناش وما شابهها .

## تقسيم محركات الثلاثة أوجه

## سرعة واحــدة

يختلف تقسيم محرك الثلاثة أوجه عن تقسيم محرك الوجه الواحد بالنسبة لنوعية مجموعة الملفات الموجودة فى العضو الثابت حيث نجد فى محرك الثلاثة أوجه ثلاثة مجموعات لثلاثة دوائر كهربية ولتنفيذ عمليــــة التقسيم لاعداد المحرك لعملية اللف نتعرف على الآتى :

١ — معرفة عدد مجارى المحرك الكلية .

٢ — سرعة المحرك وتحويلها الى ما يقابلها من عدد الأقطاب .

٣ — عدد المجارى التى تخص كل قطب من أقطاب المحرك .

٤ — عدد الأوجه التى يعمل عليها المحرك .

٥ — عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب .

٦ — نوعية اللف ( جانب فى المجرى — جانبان فى المجرى — خطوة ثابتة — خطوة متداخلة ) .

٧ — خطوة اللف وهى حسب نوعية اللف .

## العمليات المنفذة

١ — ابدأ بوضع عدد من النقط على خط مستقيم يكون عــــددها يساوى عدد مجـــارى المحــرك ثمحول سرعة المحــرك الى عــدد من الأقطاب .

٢ — أوجد عدد مجارى كل قطب من أقطاب المحرك وهى = عدد المجارى الكلية ÷ عدد الأقطاب .

٣ — أوجد مجارى كل وجه تحت كل قطب وهى = عدد مجــارى القطب الواحد ÷ ٣ أوجه .

٤ — بالنسبة لخطوة اللف فليس لها وضع ثابت ولكن الشــائع فى هذه العملية أن تكون عبارة عن عدد مجارى القطب زائد واحد وفى بعض الحالات يكون عدد مجارى القطب هو خطوة اللف على أن يكون اللف عادى جانبان فى المجرى حيث نجد أن الأوجه تشترك مع بعضها فى مجرى أو اكثر، أو يكون اللف بطريقة الجناحين جانب واحد فى المجرى ، فى بعض الحالات تكون خطوة اللف ثابتة لجميع الملفات وفى بعض الحالات تكون خطوة اللف

متداخلة لذا قلنا سابقا أن خطوة اللف تتوقف على نوعية اللف كماسيظهر هذا فى رسم دوائر اللف .

٤ — بعد معرفة عدد مجارى الوجه تحت القطب الواحد نعود الى النقط التى وضعت بعدد المجارى الكلية ونبدأ فى تلوين مجارى كل وجه تحت كل قطب بالوان مختلفة بالنسبة للاوجه الثلاثةلتمييز كل وجه عن الآخر تحت كل قطب .

محرك تيار متغير ثلاثة اوجه يحتوى على ٢٤ مجرى وسرعته ١٤٢٥ لفة/دقيقة يراد تقسيمه لاعادة لفه .

## التقسيم

عدد المجارى الكلية = ٢٤ مجرى

عدد الأوجه = ٣ أوجه

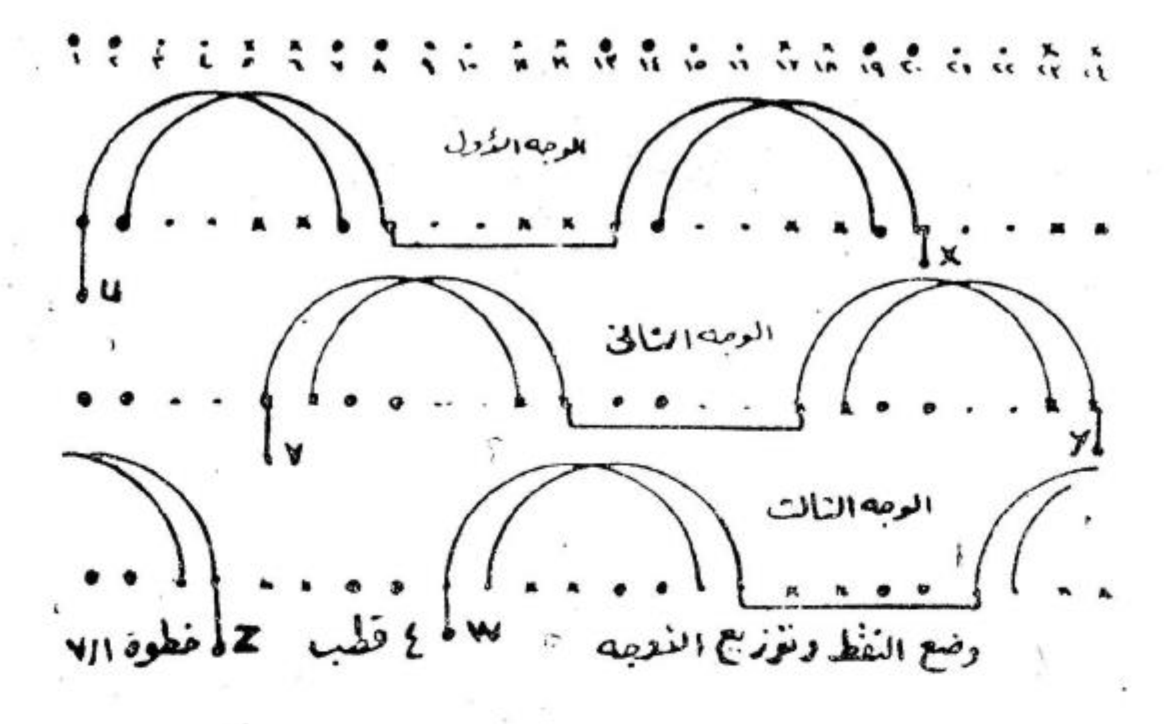
سرعة المحرك ١٤٢٥ لفة/دقيقة = ٤ اقطاب

عدد مجارى القطب الواحد = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

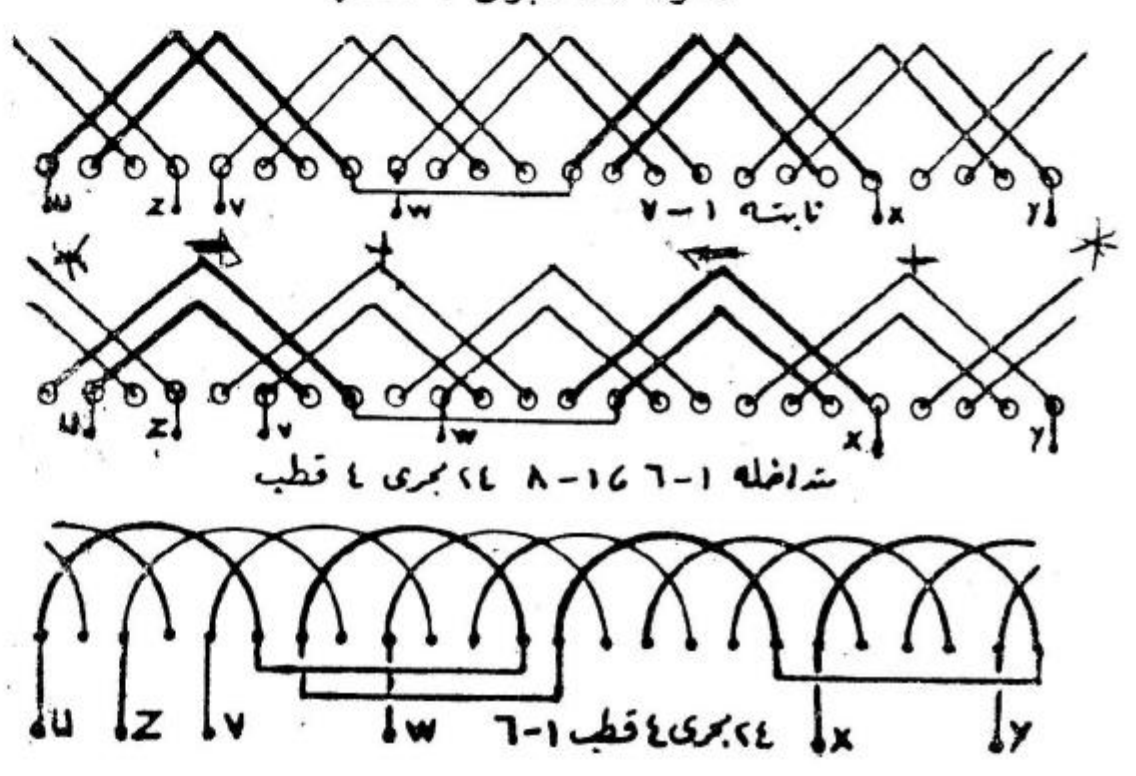
خطوة اللف ( ٦ + ١ ) = ٧ أو جناحان ( ١ — ٦ ) أو متداخلة ( ١ — ٦ ، ١ — ٨ ) على أن يكون هذا التحديد بعد تحديد نوعية اللف .

وضع النقط



## اللف الكامل وخطوات اللف المختلفة

### لمحرك ٢٤ مجرى ٤ أقطاب




## الدرجات الكهربية

تعلم أن موجة التيار المتغير تتم عندما يقطع الموصل ( ٣٦٠ درجة كهربية ) مارا أمام قطبين وبذلك يكون القطب الواحد له ( ١٨٠ درجة كهربية ) ــ كما نعلم أن الدائرة عبارة عن ( ٣٦٠ درجة ميكانيكية ) .

اذا احتوت الآلة على قطبين نرى أن الدرجات الكهربية تساوى الدرجات الميكانيكية ، أما اذا احتوت الآلة على أربعة اقطاب مثلا تكون الدرجات الكهربية ضعف الدرجات الميكانيكية وهكذا تكون قيمة الدرجات الكهربية بالنسبة للدرجات الميكانيكية .

الدرجات الكهربية = الدرجات الميكانيكية ومقدارها ( ٣٦٠ درجة ) فى عدد أزواج الأقطاب .

### مثـــال

آلة ذات ٦ اقطاب المطلوب ايجاد مقدار الدرجات الكهربية للقطب الواحـد .

## الحـــل

عدد ازواج الاقطاب = ٦ ÷ ٢ = ٣ ازواج .
الدرجات الكهربية الكلية = ٣٦٠ × ٣ = ١٠٨٠ درجة .
درجات القطب الواحد = ١٠٨٠ ÷ ٦ = ١٨٠ درجة كهربية .

ولما كانت الآلة ذات الثلاثة أوجه بها ثلاثة دوائر كهربية مستقلة توزع موصلاتها على محيط دائرة العضو الثابت نجد أن الزاوية بين كل دائرة وجه والأخرى مقدارها ( ١٢٠ درجة ) ولتحديد مدخل التيار للاوجه الثلاث ينفذ الآتى :

١ — تحديد درجة القطب الواحد وهى ١٨٠ درجة كهربية مهما كان عدد الأقطاب .
٢ — تحديد درجة كل وجه عن الآخر وهى ١٢٠ درجة .
٣ — تحديد عدد مجارى القطب الواحد .

## مثـــال

محرك تيار متغير ثلاثة اوجه عدد المجارى ٢٤ مجرى ويحتوى على أربعة اقطاب والمطلوب تحديد بعد مداخل التيار للاوجه الثلاث .

## الحـــل

عدد أزواج الاقطاب = ٤ ÷ ٢ = ٢ زوج
الدرجة الكهربية = ٣٦٠ × ٢ = ٧٢٠ درجة
درجة القطب = ٧٢٠ ÷ ٤ = ١٨٠ درجة
عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى
قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠ ÷ ٦ = ٣٠ درجة
المجارى بين كل بداية وجه = ١٢٠ ÷ ٣٠ = ٤ مجرى

٣٨

**ملاحظـــة :**

فى محركات الثلاثة أوجه نجد أن جميع الملفات للدوائر الثلاثة تلف من سلك ذو مساحة مقطع واحدة وكذا من عدد لفات واحدة بخلاف ما هو موجود فى محركات الوجه الواحد بالنسبة لملفات التشغيل وملفات التقويم واختلافهما فى مساحة المقطع وعدد اللفات .

## السرعة فى محركات التيار المتغير

تتوقف السرعة فى المحرك الذى يعمل على التيار المتغير على عـــدة عوامل أهمها :

١ — عدد الأقطاب التى يتكون منها المحرك ونلاحظ انه اذا زاد عدد

الاقطاب نقصت السرعة والعكس اذا نقص عدد الأقطاب زادت السرعة .

٢ — قيمة تردد الينبوع الذى يعمل عليه المحرك .

٣ — قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة من الصاج المصنوع منه العضو الثابت والدائر .

٤ — هناك عوامل أخرى ميكانيكية لها بعض الأثر فى سرعة المحرك .

## عدد الأقطاب وقيمة السرعة

فى حالة التطبين تكون السرعة ما بين ٢٨٠٠ الى ٣٠٠٠ لفة/دقيقة

| | |
|---|---|
| فى حالة أربعة قطب | ١٤٠٠ الى ١٥٠٠ لفة/دقيقة |
| فى حالة ستة قطب | ٩٠٠ الى ١٠٠٠ لفة/دقيقة |
| فى حالة ثمانية قطب | ٧٠٠ الى ٧٥٠ لفة/دقيقة |
| فى حالة عشرة أقطاب | ٥٥٠ الى ٦٠٠ لفة/دقيقة |
| فى حالة اثنى عشر قطب | ٤٥٠ الى ٥٠٠ لفة/دقيقة |

## تغيير قيمة سرعة المحرك

اذا كان المحرك يدور بسرعة معينة ويراد اعادة لفه مع تغيير هذه السرعة الى أكبر منها أو أقل فانه لا يكتفى بتغيير عدد الأقطاب فى عملية التقسيم بل يجب ايضا مع تغيير عدد الأقطاب حساب عدد لفات الملفات وكذا مساحة مقطع السلك على أساس السرعة الجديدة كالآتى :

عدد لفات الملف الجديدة :

$$= \frac{\text{السرعة الأصلية}}{\text{السرعة الجديدة}} \times \text{عدد لفات الملف الأصلية}$$

مساحة مقطع السلك الجديدة :

$$= \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة الأصلية}} \times \text{مساحة مقطع السلك الأصلية}$$

**ملاحظـــة :**

لا تستعمل أبدا قطر السلك فى القانون السابق بل استعمل مساحة مقطع السلك وهذا وضع يقع فيه الكثير .

## أنواع مختلفة من الحالات الشاذة

كثيرا ما نتعرض لمحركات شاذة أما من ناحية عدد المجارى الفردية العدد أو من ناحية التقسيم حسب عدد الأقطاب فنجد مثلا كسرا فى عـــدد مجارى الاقطاب او فى عدد مجارى الوجه تحت القطب او فى الاثنين معا فما هو الحل لهذه الاوضاع المختلفة الشاذة .

ــ الحالة بالنسبة لمحرك تيار متغير ثلاثة أوجه سرعة واحدة يحتوى على ٩ مجارى قطبان .

### التقســـيم

عدد مجارى القطب = ٩ ÷ ٢ = ٥ر٤ مجرى
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٥ر٤ ÷ ٣ = ٥ر١ مجرى
مقدار المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٥ر٤ = ٤٠ درجة كهربية
بعد المداخل للتيار = ١٢٠° ÷ ٤٠° = ٣ مجرى

### التعليــق والتعــديل

فى هذا المحرك عندما يراد لفه قطبان نجد فى تنفيذ عملية التقســـيم السابقة ان هناك كسر فى عدد مجارى القطب وفى عدد مجارى الوجه تحت القطب وخطوة اللف وبعد مداخل التيار ولاتمام عملية اللف يمكن التصرف على النحو التالى فى هذه الحالة الشـــاذة وعلى أساس أن يكون اللف جانبان فى المجرى .

اجعل خطوة اللف ( ١ ــ ٥ ) باضافة ½ مجرى فقط . أما عـــــدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب فيمكن التصرف على أساس حذف ½ مجرى من مجارى الوجه وهى ½ ١ مجرى تحت القطـــب الأول واضافتها لنفس الوجه تحت القطب الثانى فيصبح ٢ مجرى أو العـــكس يمكن اضافة ½ مجرى للقطب الأول وحذفها من نفس الوجه فى القطـــب الثانى وهكذا بالنسبة الوجه الثـــانى والوجه الثالث كما هو موضح فى رسم الانفرادات .

٢ ــ حالة أخرى بالنسبة لمحرك ثلاثة أوجه يحتوى على ١٨ مجرى ٤ قطـــب .

### التقســـيم

عدد مجارى لقطب = ١٨ ÷ ٤ = ٥ر٤ مجرى
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٥ر٤ ÷ ٣ = ٥ر١ مجرى

## التعليــق والتعــديل

فى هذا المحرك عندما يراد لفه أربعة أقطاب نجد فى تنفيذ عمليـــة التقسيم أن هناك كسرا فى كل من عدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب وخطوة اللف وبعد مداخل التيار .

ولاتمام عملية اللف يكون التصرف على النحو التالى وعلى أســـــاس أن يكون اللف بطريقة جانبين فى المجرى :

اجعل خطوة الف ( ١ — ٤ ) بحذف نصف مجرى من عدد مجارى القطب . أما بالنسبة لعدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب نجد أن الوجه الواحد يحتاج الى عدد ستة مجارى من المجارى الكليـــة للمحرك والمفروض توزيعها على أساس ٥ر١ مجـــرى تحت كل قطب من الاقطاب الأربعة ولعدم امكان هذا يكون التعديل على أساس ٢ مجرى تحت قطب باضافة ½ مجرى ثم مجرى واحدة تحت القطب الثانى بحذف ½ مجرى وهكذا بالنسبة لكل وجه من الأوجه الثلاثة ويكون الترتيب الوجه الأول ( ٢—١ — ٢—١ ) والوجه الثـــانى ( ١—٢ — ١—٢ ) والوجه الثـــالث (٢—١ — ٢—١ ) وبذلك يكون عدد مجارى الأقطـــاب مرة ( ٤ مجرى ) والقطب الثانى ( ٥ مجرى ) ويوضــــح هذا الرسم الخـــاص بالانفرادات

٣ — حالة أخرى بالنسبة لمحرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٢٧ مجرى أربعة أقطاب .

## التقســـــيم

عدد مجارى القطب = ٢٧ ÷ ٤ = ٧٥ر٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٧٥ر٦ ÷ ٣ = ٢٥ر٢ مجرى

## التعليــق والتعــديل

فى هذه الحالة بالنسبة لعملية اللف تكون خطوة اللف كاملة وعلى أساس جانبان فى المجرى ويضاف الى عدد مجارى القطب ¼ مجرى فتكون خطوة اللف ( ١ — ٧ ) أما بالنسبة لعدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب نجد أن الوجه الواحد الكامل يحتاج الى عدد ( ٩ مجرى ) من مجارى المحرك الكلية ويراد توزيعها على أربعة أقطاب على أســــــاس ( ٢٥ر٢ مجرى ) تحت كل قطب وتعديل هذا الوضع هو رفع ( ¼ مجرى ) من ثلاثة أقطاب وتضاف الى القطب الرابع فيصبح ( ٣ مجرى ) بدلا من ( ٢٥ر٢ مجرى ) ويصبح عدد مجارى الوجه تحت الأقطا بالأول والثانى

والثالث ( ٢ مجرى فقط ) ويطبق هذا الوضع بالنسبة للاوجه الثلاثة ويوضح هذا الرسم الخاص بالانفرادات رقم .

٤ — حالة اخرى بالنسبة لمحرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٢٤ مجرى ٦ اقطاب .

## التقسـيم

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٦ = ٤ مجرى
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ ÷ ٣ = ١ ⅓ مجرى
مقدار المجرى بالدرجات = °١٨٠ ÷ ٤ = ٤٥ درجة كهربية
بعد المدخل = °١٢٠ ÷ °٤٥ = ٢ ⅔ مجرى

## التعليـق والتعـديل

فى هذا المحرك نجد أن عدد مجارى القطب سليمة وهى ( ٤ مجرى ) وكذا خطوة اللف نجدها سليمة وهى ( ١—٥ ) أما عدد مجارى الوجه تحت القطب نجدها ( ⅓ ١ مجرى ) والتصرف فى هذا الوضع هو رفع ( ⅓ مجرى ) من أربعة اقطاب واضافة ( ⅔ مجرى ) الى القطب الخامس فيصبح ( ٢ مجرى ) واضافة ⅔ مجرى الى القطب السادس فيصبح ( ٢ مجـرى ) وعلى هذا يكون تم توزيع عدد ( ٨ مجرى ) وهى الخاصـة لكل وجـه كامل على ( ٦ قطب ) بالترتيب :

الوجه الأول ( ٢ — ٢ — ١ — ١ — ١ — ١ ) مجرى
الوجه الثانى ( ١ — ١ — ١ — ٢ — ٢ — ١ ) مجرى
الوجه الثالث ( ٢ — ٢ — ١ — ١ — ١ — ١ ) مجرى

وهذا التوزيع على أساس بعد مداخل التيار الذى عد لمن ( ⅔ ٢ مجرى ) الى ( ٣ مجرى ) ويلاحظ أن هذه العملية تحتاج الى جهود وعناية كبيرة حتى لا تحدث أخطـاء والرسـم الخاص بالانفرادات يوضـح هذا

## حساب لف محركات الثلاثة أوجه

فى الوجه الواحد تكون الالة بها دائرة كهربية واحدة وفيها الآتى :
ضغط الخط = ضغط الوجه
وبذلك تكون القدرة مع اعتبار معامل القدرة
ض × ش × جتا هـ = وات

أما فى حالة الثلاثة أوجه يكون المحرك به ثلاثة دوائر كهربية كل منها مستقل عن الآخر ثم يتم توصيل هذه الدوائر الثلاثة مع بعضها أما بطريقة النجمة أو بطريقة الدلتا وتكون الزاوية للوجه بين الضغوط فى الثلاثة دوائر ( ١٢٠ درجة ) .

فى حالة توصيل المحرك دلتا يكون الوضع كالآتى :

ض = ض١

أما تيار الخط ( ش ) فهو محصلة تيارى دائرتين :

∴ ش = ش١ $\sqrt{٣}$

فى حالة توصيل المحرك نجمة يكون الوضع كالآتى :

ش = ش١

أما ضغط العدد (ض) فهو محصلة ضغطى دائرتين .

∴ ض = ض١ $\sqrt{٣}$

وعلى هذا تكون القدرة الكهربية فى الثلاثة أوجه كالآتى :

القدرة = $\sqrt{٣}$ ض ش جتا هـ = وات

وهكذا يمكن تحديد قيمة القدرة عن طريق الحسابات السابقة وكلها معلومة ويمكن التعرف عليها ولكن فى بعض الحالات تفقد معلومات المحرك وتصبح قدرته مجهولة فهل يمكن معرفة قدرة المحـــرك بطريق حسابى وعملى ومن واقع حديد المحرك هذا و الجديد وبدرجة لا تقل عن ٩٠٪ من القدرة الأساسية للمحرك وحسب ظروف تصنيع المحرك .

## تحديد قيمة القدرة

اذا كانت قدرة المحرك غير معلومة لسبب ما فيمكن تقديرها بالحساب الآتى :

١ — أوجد عدد المجارى الكلية للمحرك .

٢ — أوجد عرض السنة الحديد بالسنتيمتر مع الدقـــة الكبيرة فى القيـــاس .

٣ — أوجد طول المجرى بالسنتيمتر .

٤ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليـــه المحـــرك ( ٣٨٠ فولت نجمـــة ) .

ك ــ قيمة الفيــض المغناطيسى للوحــدة المربعة بالسنتيمتر ويمكن اعتبارها كالآتى :

( أ ) المحركات اقــل من واحد كيلوات اســتعمل ( ٩٥٠٠ خــط ) للسنتيمتر المربع .

(ب) المحركات من واحد الى ثلاثة كيلوات ( ٩٠٠٠ خط ) .

(جـ ) المحركات من ثلاثة الى خمسة كيلوات ( ٨٥٠٠ خط ) .

( د ) المحركات اكثر من خمسة كيلوات ( ٧٥٠٠ خط ) .

٦ ــ استعمل الارقام الثابتة ( ١٢ ــ ١٥٠٠ ــ ٦١٠ ) .

٧ ــ اذا كان معامل القدرة غير معلوم يمكن اعتبــاره ( ٧٠ر٠ ــ ٧٣ر٠ ــ ٨٠ر٠ ــ ٨٥ر٠ ــ ٩٠ر٠ ) ويكون الفرق تصاعدى كلما نقصــت القدرة أى اذا كان المحرك اكثر من خمسة كيلوات يكون المعامل ( ٧٠ر٠ ) واذا كان اقل من واحد كيلوات يكون معامل القدرة ( ٩٠ر٠ ) .

لتنفيذ العمليات الحسابية الخاصة بالبيانات السابقة ابدأ بالآتى :

اقسم عدد المجارى الكلية للمحرك على الرقم الثابت (١٢) = مجرى

ناتج القسمه السابق × عرض السنة × طول المجرى

= مساحة حديد

بعد ذلك أوجد مربع مساحة الحديد التى حصلت عليها فى العمليــة السابقة .

∴ القــدرة

$$= \frac{\text{مربع الحديد} \times \text{الفيض المغناطيسى للوحدة} \times \text{الضغط} \times \text{سرعة المحرك}}{١٥٠٠ \times ٦١٠} = \text{وات}$$

## مثــال

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت وموصل بطريقة النجمة يحتوى على ٢٤ مجرى وفيه عرض السنة الحديد ٧ر٠ سم وطول المجرى ٨ر٨ سم وسرعته ١٥٠٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة قيمة قدرة هذا المحرك .

## الحـــل

عدد المجارى المطلوب = عدد المجارى الكلية ÷ ١٢ =

٢٤ ÷ ١٢ = ٢ مجرى

مساحة الحديد المطلوبة = عدد المجارى المطلوب × عرض السـنة × طول المجرى

= ٢ × ٠٫٧ × ٨٫٨ = ١٢٫٣٢ سم$^{2}$

مربع الحديد المطلوب = ١٢٫٣٢ × ١٢٫٣٢ = ١٥١٫٧٨٢

قيمة القدرة

$$= \frac{\text{مربع الحديد} \times \text{الفيض المغناطيسى} \times \text{الضغط} \times \text{سرعة المحرك}}{٦١٠ \times ١٥٠٠}$$

$$= \frac{١٥٠٠ \times ٢٨٠ \times ٩٥٠٠ \times ١٥١٫٧٨٢}{٦١٠ \times ١٥٠٠}$$

= ٥٥٠ وات

عند اختيار قيمة الفيض المغناطيسي للوحدة المربعة رغم عدم معرفة قيمة القدرة يختار الرقم المناسب لتقدير قدرة المحرك فى البداية فمثلا فى المثال السابق اختير الرقم ( ٩٥٠٠ خط ) تقديريا لحجم المحرك وقـدرته وبعد تنفيذ العمليات الحسابية وجدت ان قدرة المحرك ( ٥٥٠ وات ) وبذلك يكون اختيار قيمة الفيض المغناطيسى مناسبة لأنها للمحركات التى اقل من واحد كيلوات كما بينا سابقا .

## حساب مساحة مقطع السلك

بعد التمكن من معرفة وتحديد قيمة قدرة المحرك اذا كانت مجهولة يمكن ايضا التوصل الى معرفة قيمة مساحة مقطع السلك المستعمل فى لف هذا المحرك المجهول بياناته بعد التوصل من معرفة الآتى :

١ — قدرة المحرك بالوات .

٢ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحرك فى حالة توصيله نجمـة .

٣ — قيمة معامل القدرة واذا تعذر معرفته استعمل الرقم المناسـب لقدرة المحرك ( من ٠٫٧ الى ٠٫٩ ) .

٤ — كثافة التيار لكل مم٢ ويمكن استعمال ( ٥ أمبير ) .
٥ — جذر ثلاثة وهو ( ١٫٧٣٢ ) .

من هذه البيانات السابقة والتى يمكن التعرف عليها يمكن تحديد أولا قيمة الامبير فى سلك المحرك ثم بعد ذلك الحصول على مساحة مقطع السلك اللازم ثم من الجدول الخاص بأسلاك اللف يمكن تحديد قطر السلك المناسب لمساحة المقطع التى حصلنا عليها .

$$\text{قيمة الامبير} = \frac{\text{القدرة بالوات}}{\text{جذر ثلاثة} \times \text{الضغط} \times \text{معامل القدرة}} = \text{أمبير}$$

مساحة مقطع السلك = الأمبير ÷ كثافة التيار = مم٢

## مثـــال

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٣٫٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت وهو موصل بطريقة جمة ومعامل قدرته ٠٫٨ . والمطلوب معرفة مساحة مقطع السلك المستعمل فى لفه .

## الحـــل

قدرة المحرك بالوات = ٣٫٥ × ١٠٠٠ = ٣٥٠٠ وات

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{٣٥٠٠}{١٫٧٣٢ \times ٣٨٠ \times ٠٫٨} = ٦٫٦٤ \text{ أمبير}$$

مساحة مقطع السلك = ٦٫٦٤ ÷ ٥ = ١٫٣٢ سم٢

من جدول أسلاك اللف نجد أن مساحة مقطع لسلك ( ١٫٣٢ مم٢ ) يقابلها قطر ( ١٫٣ مم ) وفى هذه الحالة يمكن لف الملف بسلك مساحة مقطعه نصف المساحة السابقة مزدوج أى بقطر ( ٠٫٩١ مم ) اذا تعذر استعمال السلك الأول لكبر قطره وضيق فتحة المجرى بالمحرك .

## مثـــال آخر

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٥٫٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت موصل دلتا ومعامل قدرته ٠٫٧٣ . والمطلوب معرفة قطر السلك المستعمل فى لفه .

## الحـــل

قدرة المحرك بالوات = ٥ر٥ × ١٠٠٠ = ٥٥٠٠ وات
ضغط المحرك فى حالة نجمة = ٦٦٠ فولت

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{٥٥٠٠}{١٫٧٣٢ \times ٦٦٠ \times ٠٫٧٢} = ٦٫٧ \text{ أمبير}$$

مساحة مقطع السلك = ٦٫٧ ÷ ٥ = ١٫٣٤ مم٢

من جدول أسلاك اللف نجـد أن هذه المساحة لمقطع السـلك وهى ( ١٫٣٤ مم٢ ) يقابلها ( ١٫٣ مم ) كقطر السـلك ويمـكن كما هو فى المثال السابق اسـتعمال سـلك مزدوج بنصف مسـاحة المقطع اى بقطـر ( ٠٫٨٥ مم ) .

تنبيه : استعمل قيمة الضغط ( ٣٨٠ فولت ) فقط فى قانون تحديد القدرة أما قانون تحديد قطر السلك وعدد اللفات استعمل قيمة الضـغط الذى يعمل عليه المحرك نجمة فعلا .

## حســاب عدد لفات الملف

لم يبق بعد التعرف على قدرة المحرك ومساحة مقطع السلك المستعمل فى لف ملفاته غير التعرف على عدد لفات الملف وبذلك تكون جميع بيانات المحرك المفقودة قد اكتملت ويمكن على ضوئها البدء فى لف المحرك ولكى تحصل على عدد لفات الملف علينا أن نحصل أولا على البيانات الآتية وفيها ما سبق معرفته :

١ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحرك نجمة .
٢ — قيمة تردد لهذا الينبوع .
٣ — قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة بالسنتيمتر ويمـكن اعتبارها كالآتى :

( أ ) محركات أقل من واحـد كيلوات ( ٩٥٠٠ خط ) لكل سنتيمتر مربع .
(ب) محركات من كيلوات واحد الى ثلاثة كيلوات ( ٩٠٠٠ خط ) .
(جـ) محركات من ثلاثة الى خمسة كيلوات ( ٨٥٠٠ خط ) .
( د ) محركات أكثر من خمسة كيلوات ( ٧٥٠٠ خط ) .

٤ — استعمل الأرقام الثابتة ( ٩٧ر. ، ٤٤ر٤ ، ١٥٠٠ ، ١٠^٨ ) .

٥ — سرعة المحرك لفة/دقيقة .

٦ — عدد المجارى الكلية للمحرك .

٧ — عدد ملفات الوجه الواحد كاملة .

٨ — قيمة معامل اللف ويمكن تحديده من الجدول حسب حالة المحرك .

٩ — مقدار عرض السنة الحديد .

١٠— طول المجرى .

من البيانات السابقة يمكن تجميع القانون وحساب عدد لفات الملف على النحو التالى :

عدد لفات ملف الوجه الواحد =

$$\frac{\text{٩٧ر.} \times \text{الضغط للمحرك} \times \text{١٥٠٠}}{\text{٤٤ر٤} \times \text{التردد} \times \text{الفيض المغناطيسى الكلى} \times \text{معامل اللف} \times \text{السرعة} \times \text{١٠}^{\text{٨}}}$$

## طريقة الحصول على معامل اللف

قبل تطبيق القانون السابق وهو الخاص بمعرفة عدد لفات الملف يجب التعرف على كيفية الحصول على معامل اللف حيث أنه جزء من القانون .

١ من عدد مجارى الوجه تحت القطب يتكون عندنا من هذا العدد الرقم الرأسى وهو على يمين الجدول .

٢ — من ضرب عدد مجارى الوجه تحت القطب فى عدد الأقطاب يتكون عندنا من هذا الرقم الأفقى وهو الموجود فى أعلى الجدول .

٣ — المربع الذى نحصل عليه من تقاطع كل من الرقم الرأسى مع الرقم الافقى يكون الرقم الذى بداخله يمثل قيمة معامل اللف المطلوب لهذا المحرك .

## طريقة الحصول على الفيض المغناطيسى الكلى

١ — حدد قيمة الفيض للوحدة المربعة بالنسبة لقدرة المحرك حسب ما هو موضح سابقا .

٢ — أوجد عدد المجارى الكلية التى تخص وجه واحد من الثلاثة أوجه .

∴ قيمة الفيض المغناطيسى الكلى المطلوب =
عدد مجارى الوجه الواحد × عرض السنة × طول المجرى × الفيض المغناطيسى للوحدة = خط مغناطيسى .

## مثـــال

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت موصل نجم تردد التيار ٥٠ ذبذبة يتكون المحرك من ٣٦ مجرى وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة فيه عرض السنة الحديد ٨ر٠ سم وطول المجرى ١٤ سم والمطلوب معرفة عدد لفات الملف الواحد كاملا .

## الحـــل

عدد مجارى الوجه الواحد الكلية = ٣٦ ÷ ٣ = ١٢ مجرى
قيمة الفيض الكلى = ١٢ × ٨ر٠ × ١٤ × ٨٥٠٠ = ١١٥٢٠٠٠ خط
عدد ملفات الوجه الواحد = ١٢ ÷ ٢ = ٦ ملفات
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى ( الرقم الرأسى لمعامل اللف ) .

∴ الرقم الأفقى = ٣ × ٤ = ١٢

من الجدول الخاص بمعامل اللف نجد أن تقاطع الرقم الرأسى (٣) مع الرقم الأفقى (١٢) يعطى المربع الذى بداخله رقم (٨٣ر٠ ) وهو معامل اللف المطلوب .

بعد الحصول على نتائج العمليات السابقة نضع القانون ثم نعوض بالأرقام .

عدد اللفات الكلية للوجه الواحد =

$$\frac{\text{٩٧ر٠} \times \text{ضغط الينبوع للمحرك} \times \text{١٥٠٠}}{\text{٤٤ر٤} \times \text{التردد} \times \text{الفيض الكلى} \times \text{معامل اللف} \times \text{السرعة} \times \text{٦١٠}^{\text{٨}}}$$

$$= \frac{\text{٩٧ر٠} \times \text{٣٨٠} \times \text{١٥٠٠}}{\text{٤٤ر٤} \times \text{٥٠} \times \text{١١٥٢٠٠٠} \times \text{٨٣ر٠} \times \text{١٤٥٠} \times \text{٦١٠}^{\text{٨}}}$$

= ١٧٨ لفــة

∴ عدد لفات الملف الواحد = عدد لفات ملفات الوجه الكلية ÷ عدد الملفات للوجه

= ١٧٨ ÷ ٦ = ٦ر٢٩ لفــة
= ٣٠ لفــة

# جدول تحديد قيمة معامل اللف

# لحسابات محركات تيار متغير ثلاثة أوجه

(جدول معامل اللف لمحركات التيار المتغير الثلاث أوجه)

الرقم الافقى ( هو حاصل ضرب عدد مجارى الوجه تحت القطب فى عدد الاقطاب)

الرقم الرأسى ( هو عدد مجارى الوجه تحت القطب )

| | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ | ١١ | ١٢ | ١٣ | ١٤ | ١٥ | ١٦ | ١٧ | ١٨ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ ١/٥ | ٫٧٣٢ | ٫٩٢٤ | ٫٩٤٤ | ٫٧٨٣ | | | | | | | | | | | | | |
| ١ ١/٤ | ٫٧١١ | ٫٩١٠ | ٫٩٠١ | ٫٨٢٩ | | | | | | | | | | | | | |
| ١ ٢/٥ | | ٫٨٦١ | ٫٩٥٣ | ٫٩١٣ | ٫٧٤٧ | | | | | | | | | | | | |
| ١ ١/٢ | | ٫٨٣١ | ٫٩٤٥ | ٫٩٤٥ | ٫٨٣١ | | | | | | | | | | | | |
| ١ ٣/٥ | | ٫٧٩٥ | ٫٩٢٣ | ٫٩٥٤ | ٫٨٨٣ | ٫٧١٨ | | | | | | | | | | | |
| ١ ٣/٤ | | ٫٧٤٧ | ٫٨٩٠ | ٫٩٥٣ | ٫٩٣٢ | ٫٨٢٨ | | | | | | | | | | | |
| ١ ٤/٥ | | ٫٧٣٢ | ٫٨٧٧ | ٫٩٤٩ | ٫٩٤١ | ٫٨٥٤ | ٫٦٩٥ | | | | | | | | | | |
| ٢ | | ٫٦٨٣ | ٫٨٢٧ | ٫٩٣٣ | ٫٩٦٦ | ٫٩٣٢ | ٫٨٢٧ | ٫٦٨٣ | | | | | | | | | |
| ٢ ١/٥ | | | ٫٧٧٨ | ٫٨٨٧ | ٫٩٤٦ | ٫٩٥١ | ٫٩٠٣ | ٫٨٠٤ | | | | | | | | | |
| ٢ ١/٤ | | | ٫٧٦٦ | ٫٨٧٧ | ٫٩٤١ | ٫٩٥٤ | ٫٩١٥ | ٫٨٢٧ | ٫٦٩٥ | | | | | | | | |
| ٢ ٢/٥ | | | ٫٧٣٤ | ٫٨٤٧ | ٫٩٢٣ | ٫٩٥٤ | ٫٩٤١ | ٫٨٥٢ | ٫٧٨٢ | | | | | | | | |
| ٢ ١/٢ | | | ٫٧١١ | ٫٨٢٩ | ٫٩١٠ | ٫٩٥١ | ٫٩٥١ | ٫٩١٠ | ٫٨٢٩ | ٫٧١١ | | | | | | | |
| ٢ ٣/٥ | | | ٫٦٨٩ | ٫٨٠٧ | ٫٨٩٣ | ٫٩٤٣ | ٫٩٥٤ | ٫٩٢٧ | ٫٨٦٣ | ٫٧٦٤ | | | | | | | |
| ٢ ٣/٤ | | | | ٫٧٧٨ | ٫٨٦٩ | ٫٩٢٨ | ٫٩٥٤ | ٫٩٤٦ | ٫٩٠٣ | ٫٨٢٧ | ٫٧٢٢ | | | | | | |
| ٢ ٤/٥ | | | | ٫٧٦٩ | ٫٨٦١ | ٫٩٢٢ | ٫٩٥١ | ٫٩٤٩ | ٫٩١٣ | ٫٨٤٤ | ٫٧٤٧ | | | | | | |
| ٣ | | | | ٫٧٣٥ | ٫٨٢١ | ٫٩٠٢ | ٫٩٤٣ | ٫٩٦٠ | ٫٩٤٥ | ٫٩٠٢ | ٫٨٢١ | ٫٧٣٥ | | | | | |
| ٣ ١/٥ | | | | ٫٦٩٧ | ٫٧٩٤ | ٫٨٧٠ | ٫٩٢٨ | ٫٩٥١ | ٫٩٥٣ | ٫٩٣٠ | ٫٨٨٢ | ٫٨١١ | ٫٧١٨ | | | | |
| ٣ ١/٤ | | | | ٫٦٨٩ | ٫٧٨٦ | ٫٨٦٢ | ٫٩٢٣ | ٫٩٤٨ | ٫٩٥٤ | ٫٩٣٦ | ٫٩١٣ | ٫٨٢٧ | ٫٧٤٠ | | | | |
| ٣ ٢/٥ | | | | | ٫٧٦٢ | ٫٨٤١ | ٫٩١٧ | ٫٩٣٩ | ٫٩٥٥ | ٫٩٤٨ | ٫٩١٩ | ٫٨٦٨ | ٫٧٩٦ | ٫٧٠٦ | | | |
| ٣ ١/٢ | | | | | ٫٧٤٧ | ٫٨٢٨ | ٫٩٠١ | ٫٩٣٢ | ٫٩٥٢ | ٫٩٥٣ | ٫٩٣٢ | ٫٨٩٠ | ٫٨٢٨ | ٫٧٤٧ | | | |
| ٣ ٣/٥ | | | | | ٫٧٣٢ | ٫٨١٣ | ٫٨٩٠ | ٫٩٢٢ | ٫٩٤٠ | ٫٩٥٥ | ٫٩٤١ | ٫٩٠٧ | ٫٨٥٣ | ٫٧٨٢ | ٫٦٩٥ | | |
| ٣ ٣/٤ | | | | | ٫٧١٠ | ٫٧٩٢ | ٫٨٧٧ | ٫٩٠٨ | ٫٩٤١ | ٫٩٥٥ | ٫٩٥٠ | ٫٩٢٧ | ٫٨٨٦ | ٫٨٢٧ | ٫٧٥٣ | | |
| ٣ ٤/٥ | | | | | ٫٧٠٤ | ٫٧٨٥ | ٫٨٥٩ | ٫٩٠٣ | ٫٩٣٧ | ٫٩٥٤ | ٫٩٥٢ | ٫٩٣٢ | ٫٨٩٤ | ٫٨٤٠ | ٫٧٧٠ | ٫٦٨٥ | |
| ٤ | | | | | ٫٦٧٧ | ٫٧٦٠ | ٫٨٥٢ | ٫٨٨٥ | ٫٩٢٥ | ٫٩٤٩ | ٫٩٥٨ | ٫٩٤٩ | ٫٩٢٥ | ٫٨٨٥ | ٫٨٢٩ | ٫٧٦٦ | ٫٦٧٧ |
| ٤ ١/٤ | | | | | | ٫٧٢٥ | ٫٨٢٩ | ٫٨٥٥ | ٫٩٠١ | ٫٩٢٢ | ٫٩٥١ | ٫٩٥٥ | ٫٩٤٤ | ٫٩١٩ | ٫٨٨٠ | ٫٨٢٧ | ٫٧٦٢ |
| ٤ ١/٢ | | | | | | ٫٦٩٥ | ٫٧٩٦ | ٫٨٢٧ | ٫٨٧٧ | ٫٩١٥ | ٫٩٤١ | ٫٩٥٤ | ٫٩٥٤ | ٫٩٤١ | ٫٩١٥ | ٫٨٧٧ | ٫٨٢٧ |
| ٤ ٣/٤ | | | | | | | ٫٧٦٦ | ٫٨٠٠ | ٫٨٥٢ | ٫٨٩٤ | ٫٩٢٦ | ٫٩٤٦ | ٫٩٥٥ | ٫٩٥١ | ٫٩٢٧ | ٫٩١٢ | ٫٨٧٥ |
| ٥ | | | | | | | ٫٧٣٧ | ٫٧٧٤ | ٫٨٢٩ | ٫٨٧٤ | ٫٩١٠ | ٫٩٣٦ | ٫٩٥١ | ٫٩٥٧ | ٫٩٥١ | ٫٩٣٦ | ٫٩١٠ |
| ٦ | | | | | | | ٫٧١١ | ٫٦٧٦ | ٫٧٣٢ | ٫٧٨٣ | ٫٨٢٨ | ٫٨٦٧ | ٫٨٩٨ | ٫٩٢٤ | ٫٩٤٢ | ٫٩٥٣ | ٫٩٥٦ |

## كيف تحدد أطراف التوصيل الخارجة

## من محرك ثلاثة أوجه

كثيرا ولظروف ما تمر بالمحرك تنعدم فيهـا معـالم أطراف التوصيل لدوائر الثلاثة بالمحرك ويصعب مع هذا تحـديد رموز الأطراف السـتة الخارجة من المحرك لتوصيلها أما نجمة أو دلتا — لهذا السـبب ومن الادوات والأجهزة والعمليات الآتية يمكن التعرف على أطراف كل وجه من الاوجه الثلاثة وتحديد رموزها .

## الأدوات والأجهزة المستعملة

١ — مصباح اختبار مناسب مع التأكد من صلاحيته .

٢ — محول كهربى ٢٢٠ فولت يعطى ١١٠ فولت ثانوى فى حدود قدرة ( ٥٠٠ وات ) .

٣ — جهاز فولت تيار متغير يقرأ من صفر الى ٢٢٠ فولت بتدريج سهل القراءة .

## العمليات المنفذة

١ — بواسطة مصباح الاختبار يمكن تحديد طرفى كل دائرة من دوائر المحرك الثلاثة — ثم رقم الدائرة الأولى وهى أى دائرة تختارها برقـم ( ١ — ١َ ) والدائرة الثانية وهى ايضا يمكن اختيارها برقم ( ٢ — ٢َ ) والدائرة الثالثة وهى الباقية برقم ( ٣ — ٣َ ) كما هو مبين بالرسم .

٢ — وصل طرفى الدائرة الأولى ( ١ — ١َ ) بطرفى خرج المحول وهو الثانوى ١١٠ فولت دون أن توصل المحول على الينبوع حسب الرسم .

٣ — وصل طرفى الدائرة الثانية والثالثة رقم ( ٢ ، ٣ ) بالتوالى مع بعضهما ثم وصل الطرفين رقم ( ٢َ ، ٣َ ) بطرف جهاز الفولت حسب الرسم .

٤ — بعد تنفيذ هذه العمليات وصل طرفى التغذية للمحـول على التيـار .

٥ — اذا قرأ جهاز الفولت عند توصيل المحول على التيار يكون هذا الوضع غير مطلوب وعلى هذا بدل رقم ( ٢ ، ٣ ) بحيث يوصل رقم (٣) مع (٢) ثم وصل رقم (٢) مع جهاز الفولت بدلا من رقم (٢) بعد هذا التبديل فى توصيل الأطراف مع التأكد من سلامة جميع التوصيلات يجب عند توصيل المحول على التيار أن لا يقرأ جهاز الفولت وهو الوضع المطلوب والرسم يوضح هذه العملية .

٦ — بعد تنفيذ العملية السابقة والتأكد منها ومن عدم قراءة جهاز الفولت أفصل التيار عن المحول ثم اعطى طرف الدائرة الثانية والمتصل بجهاز الفولت حرف ( B ) والطرف الاخر لنفس الدائرة وهو المتصل مع طرف الدائرة الثالثة حرف ( B ) ثم اعطى طرف الدائرة الثالثة والمتصل بجهاز الفولت حرف ( C ) والطرف الاخر والمتصل مع الدائرة الثانية حرف ( C ) كما هو موضح بالرسم .

٧ — بعد اعطاء الرموز السابقة للاطراف افصل طرفى الدائرة الثالثة وهى ( C — C ) من طرفى الدائرة الثانية وجهاز الفولت ثم وصل طرفى الدائرة الثالثة بطرفى خرج المحول ١٠ افولت بدلا من طرفى الدائرة الأولى — وصل طرفى الدائرة الأولى مع الدائرة الثانية وجاهز الفولت أى مكان طرفى الدائرة الثالثة مع ثبات طرفى الدائرة الثانية فى مكانهما .

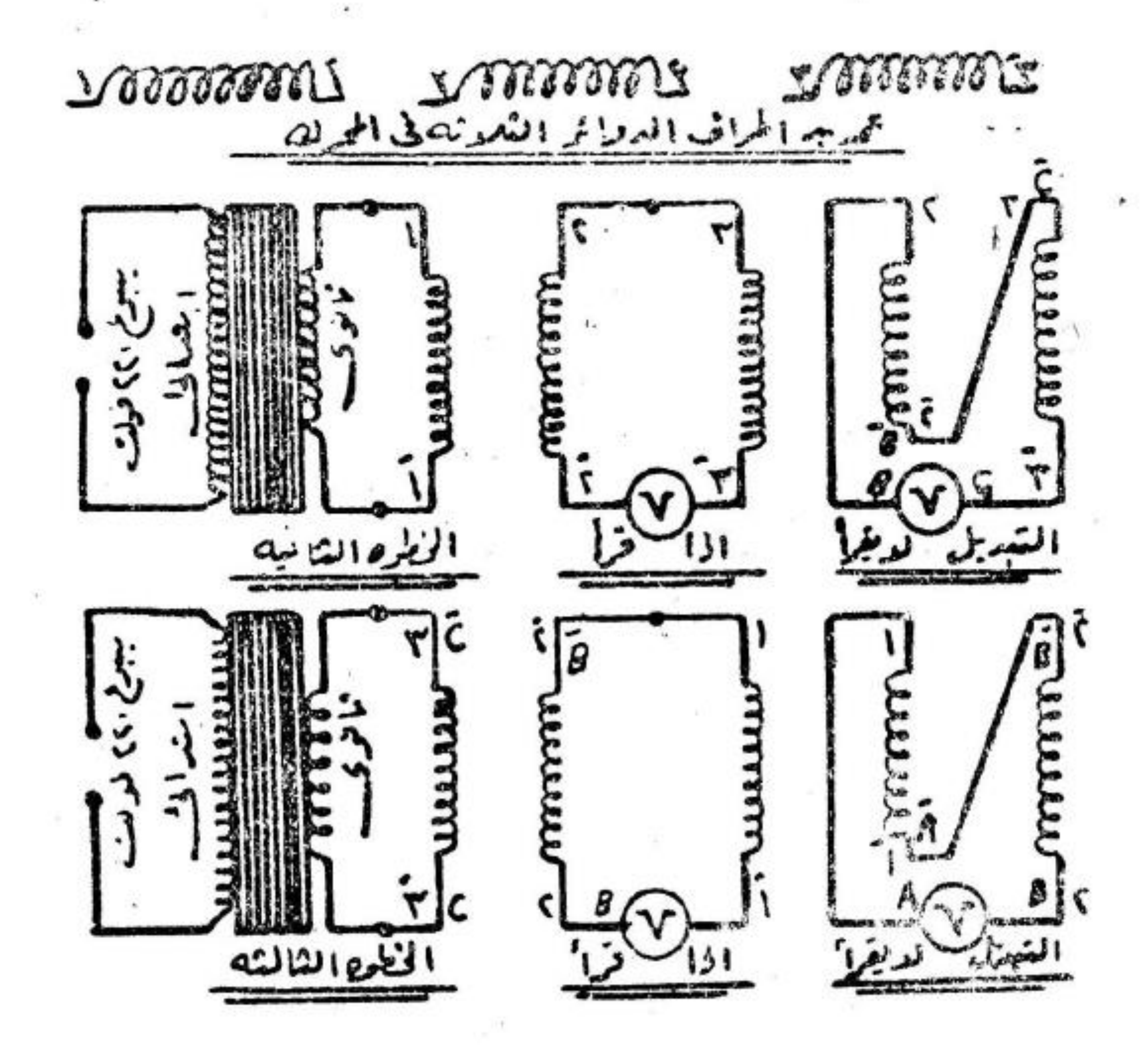
٨ — وصل المحول على التيار فاذا قرأ جهاز الفولت وجب تعديل طرفى الدائرة الأولى فقط مع عدم المساس بطرفى الدائرة الثانية وفى هذه الحالة يجب أن لا يقرأ جهاز الفولت وهو المطلوب .

٩ — بعد تنفيذ العملية رقم ٨ السابقة وبعد التأكد من عدم قراءة جهاز الفولت أعطى طرف الدائرة الأولى والمتصل مع جهاز الفولت حرف ( A ) والطرف الاخر والمتصل مع الدائرة الثانية حرف ( A ) .

بهذا يكون عن طريق تنفيذ العمليات السابقة بكل دقة والموضحة بالرسومات لكل خطوة يمكننا تحديد طرفى كل وجه من الأوجه الثلاثة فى المحرك واعطاء الرموز لها التى تسهل عملية توصيل المحرك بطريقة النجم أو دلتا .

## عمليات تحديد أطراف المحرك

### ثلاثة أوجــه



## أنواع اللف والخطوة

يوجد عندنا نوعان من اللف هما اما جانب واحد او جانبين فى المجرى. اما بالنسبة لنوع الخطوة فهناك أكثر من نوع .

١ ــ الخطوة الثابتة ومقدارها يساوى الخطوة القطبية + ١ ويمكن أن تستعمل فى نوعى اللف جانب وجانبين باعتبار الخطوة القطبية هى مجارى القطب .

٢ ــ الخطوة المتداخلة وهى تحويل الخطوة الثابتة الى عــدد من الخطوات المتداخلة بحيث يكون متوسط مجموع هذه الخطوات يساوى الخطوة الثابتة وهى تستعمل فى نوعى اللف جانب وجانبين .

٣ ــ الخطوة القطبية وهى خطوة ثابتة مقدارها عدد مجارى القطب دون زائد واحد وهذه الخطوة يمكن استعمالها فى نوعى اللف على النحــو التــالى :

( أ ) خطوة قطبية فقط جانبين فى المجرى ويترتب عليها تواجد جانبين لافين لوجهين مختلفين فى مجرى واحدة .

(ب) خطوة قطبية فقط جانب واحد وهى ذات الجناحين أى تسمة عدد مجارى الوجه تحت القطب الى نصفين نصف جهة اليمين والاخر جهة الشمال وطريقة تنفيذها هو اسقاط ملفات نصف المجارى وترك النصــف الاخر خالى على أن تتكرر هذه العملية حتى يتم اللف وأذا كان عدد مجارى الوجه تحت القطب فردى العدد يمكن جعل عدد زوجى جهة اليمين وعدد فردى جهة اليسار كما هو موضح فى بعض رسومات الانفراد .

٤ ــ الخطوة القطبية ناقص واحد وهى لا تنفذ الا جانبين فى المجرى وعلى هذا يمكن أن يكون المحرك مثلا ٢٤ مجرى ٤ أقطاب ويلف هذا المحرك سبعة مرات وكل مرة تختلف عن الأخرى حسب النوعيات المبينة سابقا وهى موضحة بالرسومات الآتية .

## ملاحظات وارشادات هامة

## فى لف المحركات

عند تقسم المحرك للفه نجـد أن كل وجه له عدد من المجمـوعات والمجموعة هى عبارة عن عدد ملفات مجارى الوجه تحت كل قطب ويختلف عدد هذه المجموعات فى اللف اذا كان نوعه جانب واحد عن عددها اذا كان اللف جانبين فى المجرى حيث نجد الآتى :

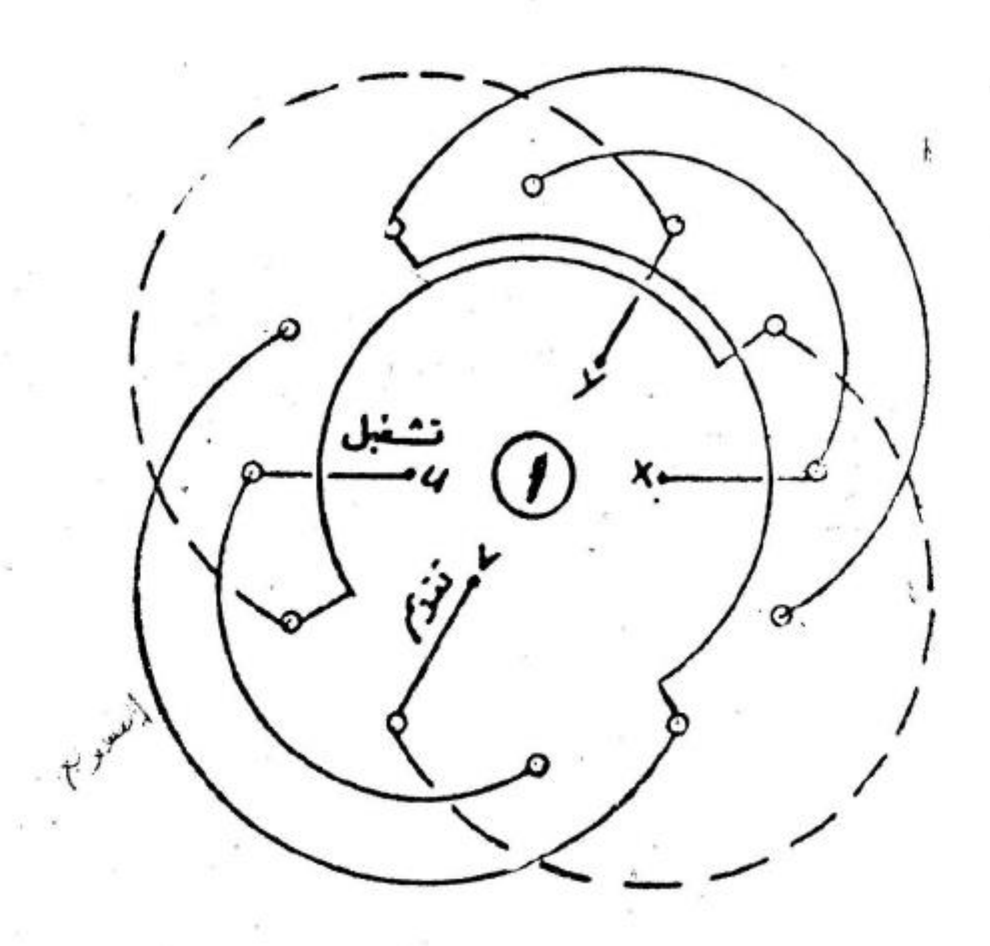
١ — اذا كا ناللف جانب واحد فى المجرى يكون عدد مجموعات كل وجه يساوى نصف عدد أقطاب المحرك اى اذا كان المحرك أربعة أقطاب كان عدد مجموعات الوجه اثنين وعلى هذا يكون توصيل هذه المجموعات مع بعضها على أساس نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثانية على أن يستمر هذا التوصيل نهاية مع بداية حسب عدد المجموعات بحيث يتبقى فى النهاية بداية المجموعة الأولى كبداية وجه ونهاية المجموعة الأخيرة كنهاية وجـه م

٢ — اذا كان اللف جانبين فى المجرى يكون عدد مجموعات كل وجه يساوى عدد أقطاب المحرك وعلى هذا يكون توصيل هذه المجموعات مع بعضها على أساس ناهية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية وبداية الثانية مع بداية الثالثة وهكذا حتى يتبقى لنا بداية المجموعة الأولى بداية وجه وبداية المجموعة الأخيرة نهاية وجه .

٣ — يراعى تحديد بداي المجموعة الأولى لكل وجه على أساس حساب بعد البدايات بين الأوجه الثلاثة .

# لف الوجه الواحــد

محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٢ قطب




عدد مجارى التشغيل = ١٢ × $\frac{٢}{٣}$ = ٨ مجرى

عدد مجارى التقويم = ١٢ × $\frac{١}{٣}$ = ٤ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٤ ÷ ٢ = ٢ مجرى

نوع الخطوة متداخلة .

مقدار خطوة الملف الأصغر للتشغيل =

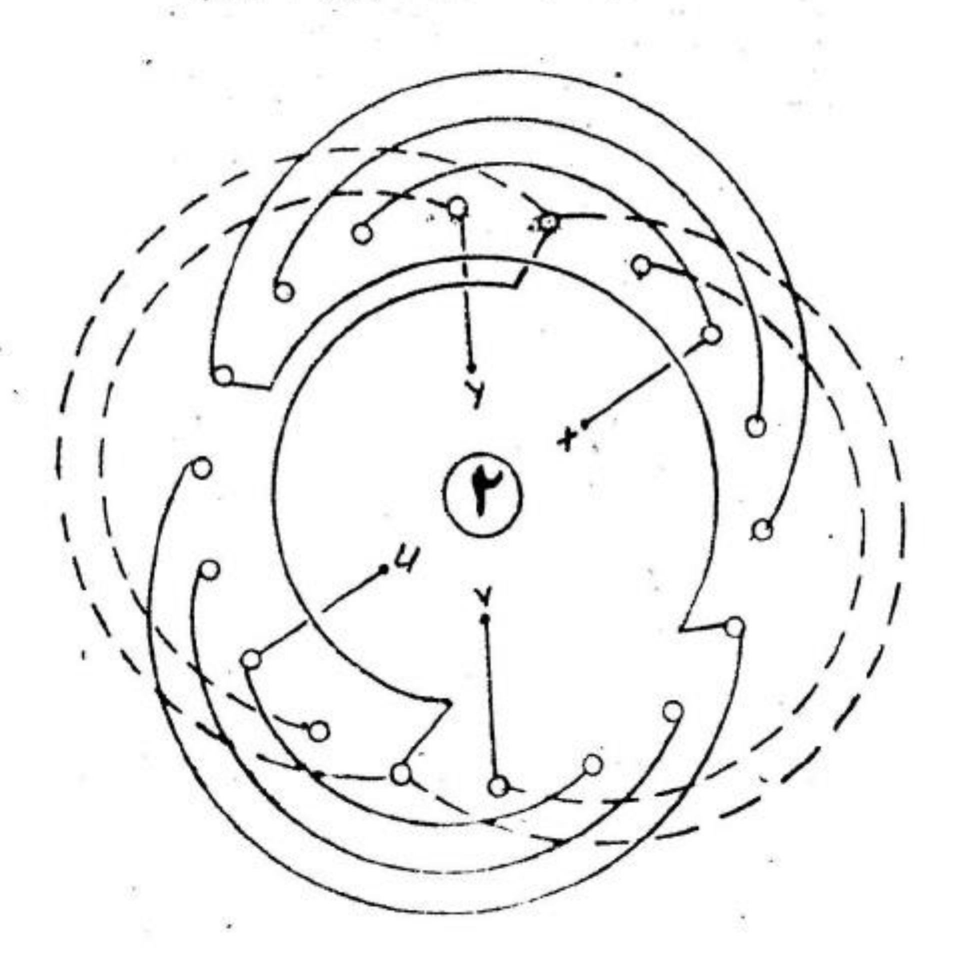
( عدد مجارى قطب التقويم ) + ٢ = ٤ مجرى

مقدار خطوة الملف الثانى = ٤ + ٢ = ٦ مجرى

مقدار خطوة ملف التقويم = ( عدد مجارى قطب التشغيل )

+ ٢ = ٦ مجرى

محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٢ قطب




عدد مجارى التشغيل = ١٨ × ٢/٣ = ١٢ مجرى

عدد مجارى التقويم = ١٨ × ١/٣ = ٦ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٦ ÷ ٢ = ٣ مجرى

نوع الخطوة متداخلة .

مقدار خطوة الملف الأصغر تشغيل = ( عدد مجارى قطب التقويم ) + ٢ = ٥ مجرى

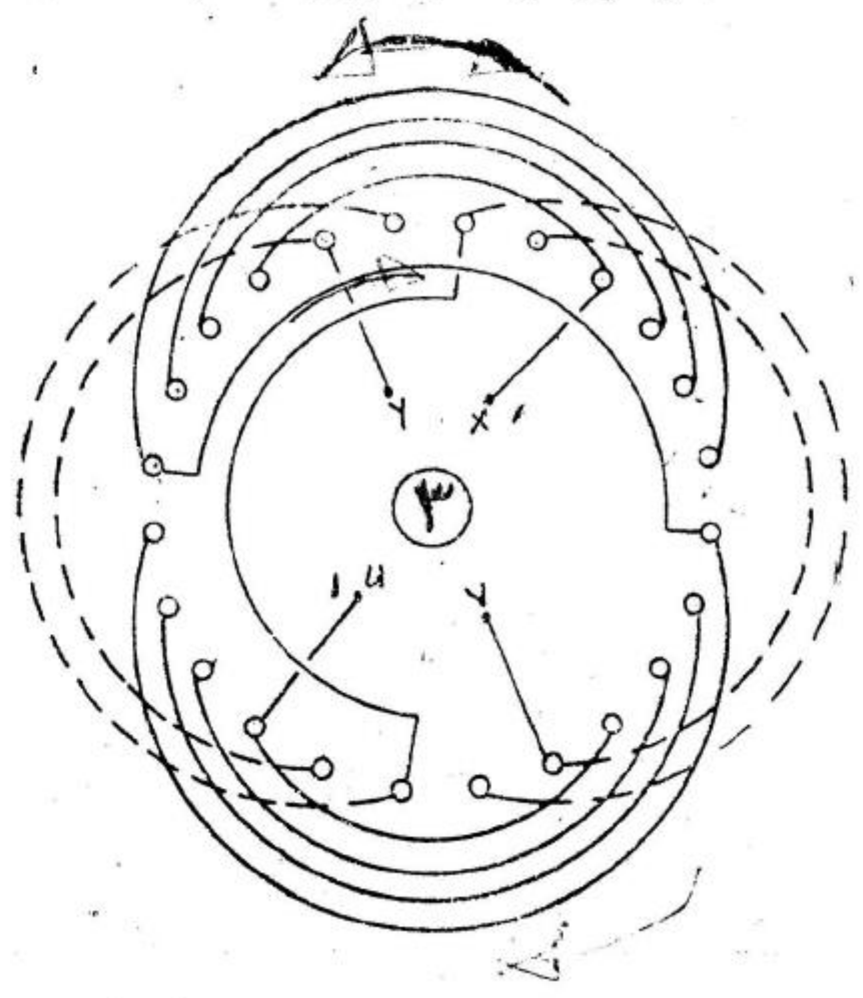
مقدار خطوة الملف الثانى = ٥ + ٢ = ٧ مجرى

مقدار خطوة الملف الثالث = ٧ + ٢ = ٩ مجرى

خطوة الملف الأصغر تقويم = ( عدد مجارى قطب التشغيل ) + ٢ = ٨ مجرى

خطوة الملف الثانى جانبين = ٨ + ٢ = ١٠ مجرى

محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب



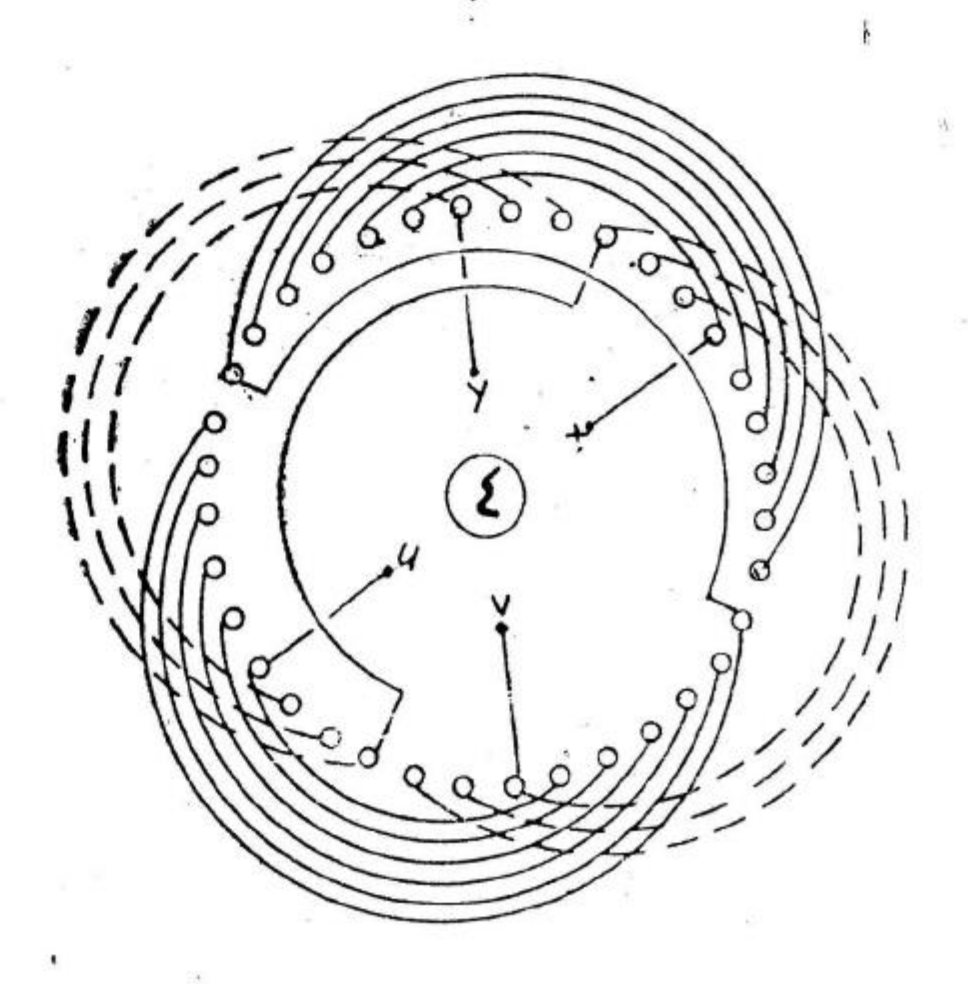
عدد مجارى قطب التشغيل = ٨ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٤ مجرى

خطوات ملفات التشغيل = ٦ — ٨ — ١٠ — ١٢

خطوات ملفات التقويم = ١٠ — ١٢

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٢ قطــب



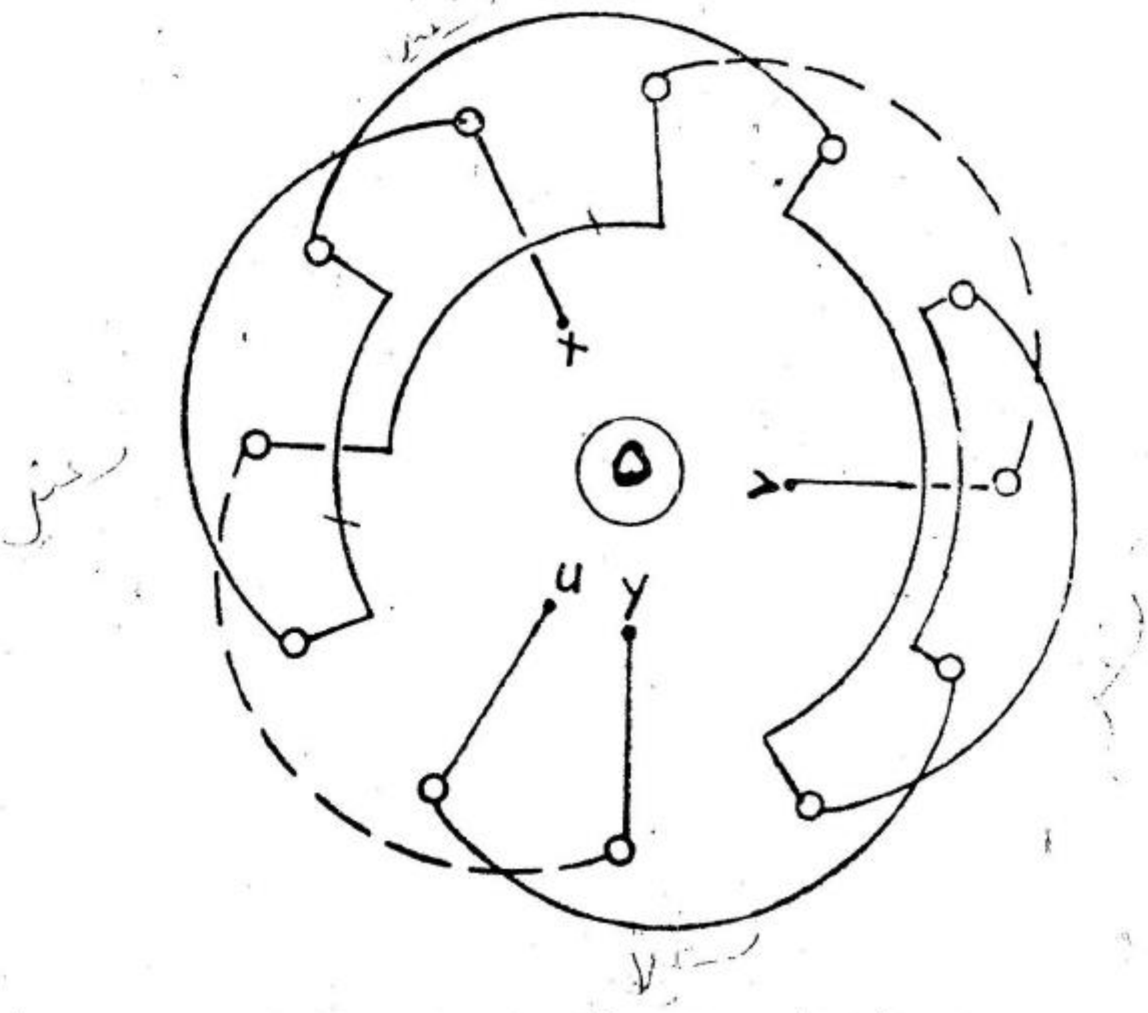

عدد مجارى قطب التشغيل = ١٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٦ مجرى

خطوات ملفات التشغيل = ٨ — ١٠ — ١٢ — ١٤ — ١٦ — ١٨

خطوات ملفات التقويم = ١٤ — ١٦ — ١٨

محرك وجه واحد ١٢ مجــرى ٤ أقطاب




عدد مجارى التشغيل = ١٢ × ٢/٣ = ٨ مجرى

عدد مجارى التقويم = ١٢ × ١/٣ = ٤ مجرى

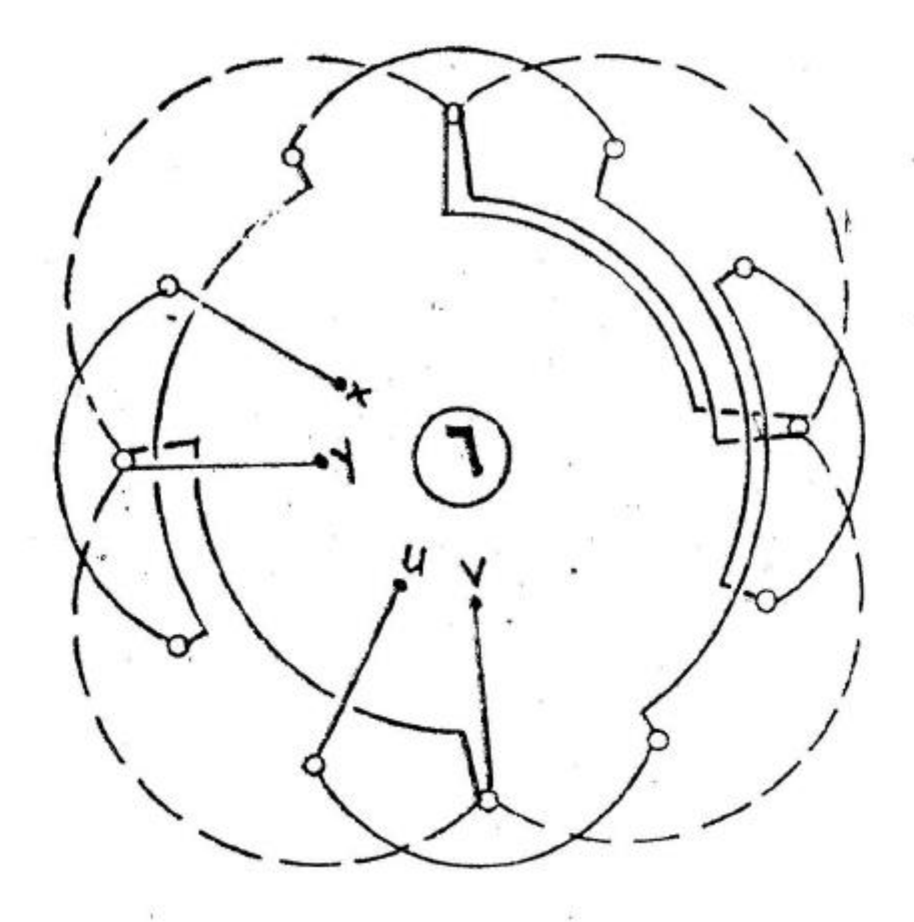
عدد مجارى قطب التشغيل = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٤ ÷ ٤ = ١ مجرى

مقدار خطوة ملف التشغيل حولت الى ثابتة لتنسيق اللف بمقدار ١ــ٤
وكذا خطوة ملف التقويم ١ــ٤ وهذه طريقة يمكن استعمالها فى اللف .

محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٤ أقطـــاب

نوع آخر من اللـــف




عدد مجارى قطب التشغيل = ٤ مجرى

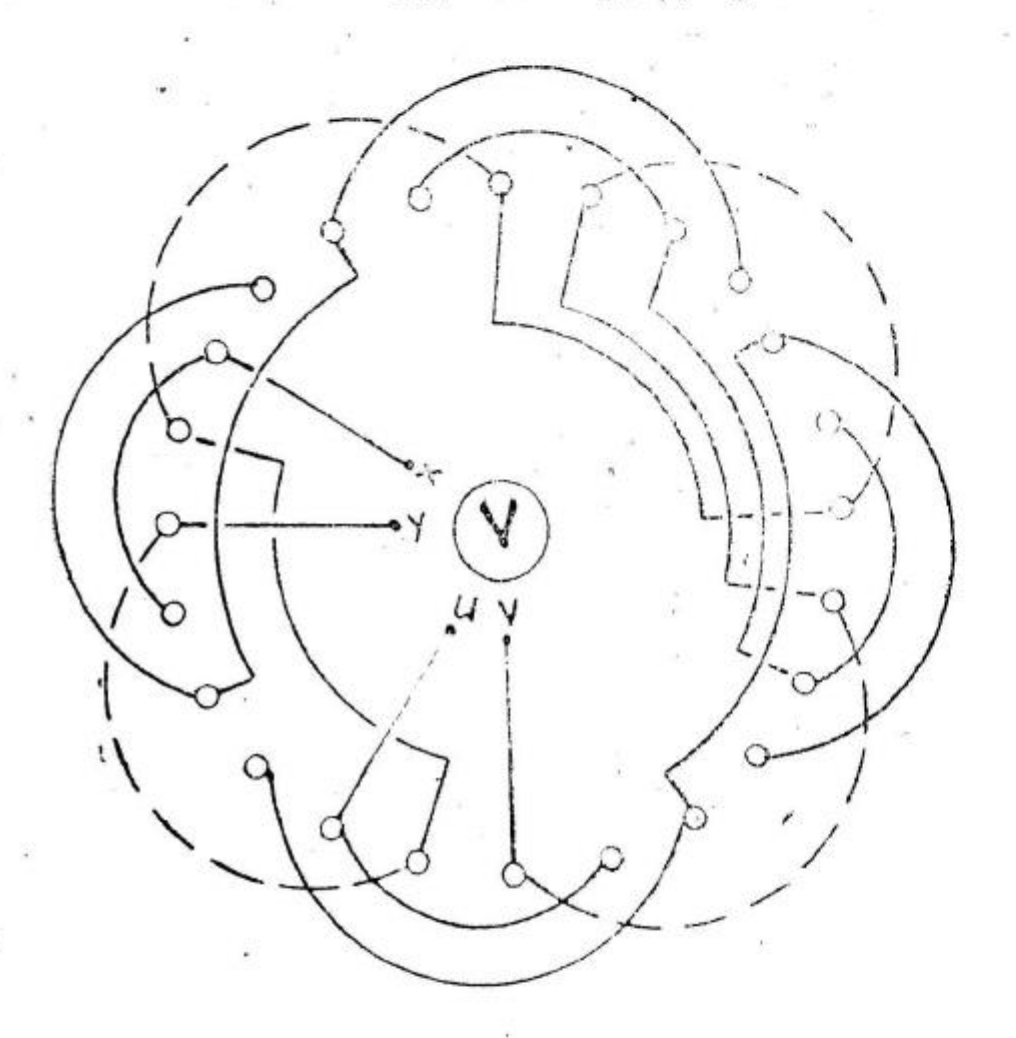
عدد مجارى قطب التقويم = ١ مجرى

خطوة لف التشغيل = ١ــ٣

خطوة لف التقويم = ١ــ٤ جانبين

وهذه الطريقة تختلف فى تنفيذها عن الطريقة السابقة .

محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ أقطـــاب




عدد مجارى قطب التشغيل = ٤ مجرى

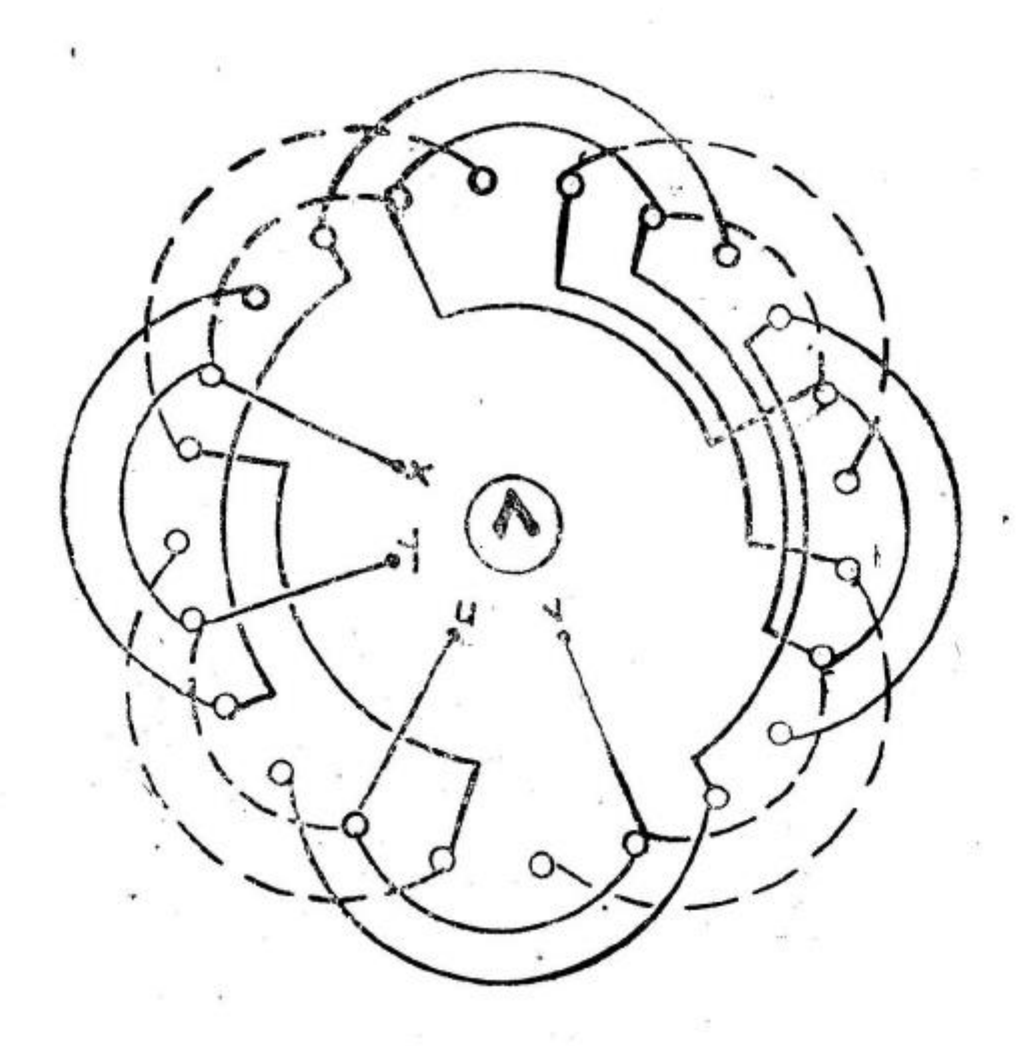
عهد مجارى قطب التقويم = ٢ مجرى

مقدار خطوة اللف للتشغيل = ٤—٦

مقدار خطوة اللف للتقويم = ١—٦

محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ أقطـــاب

نوع آخر من اللف




عدد مجارى قطب التشـغيل = ٤ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم =

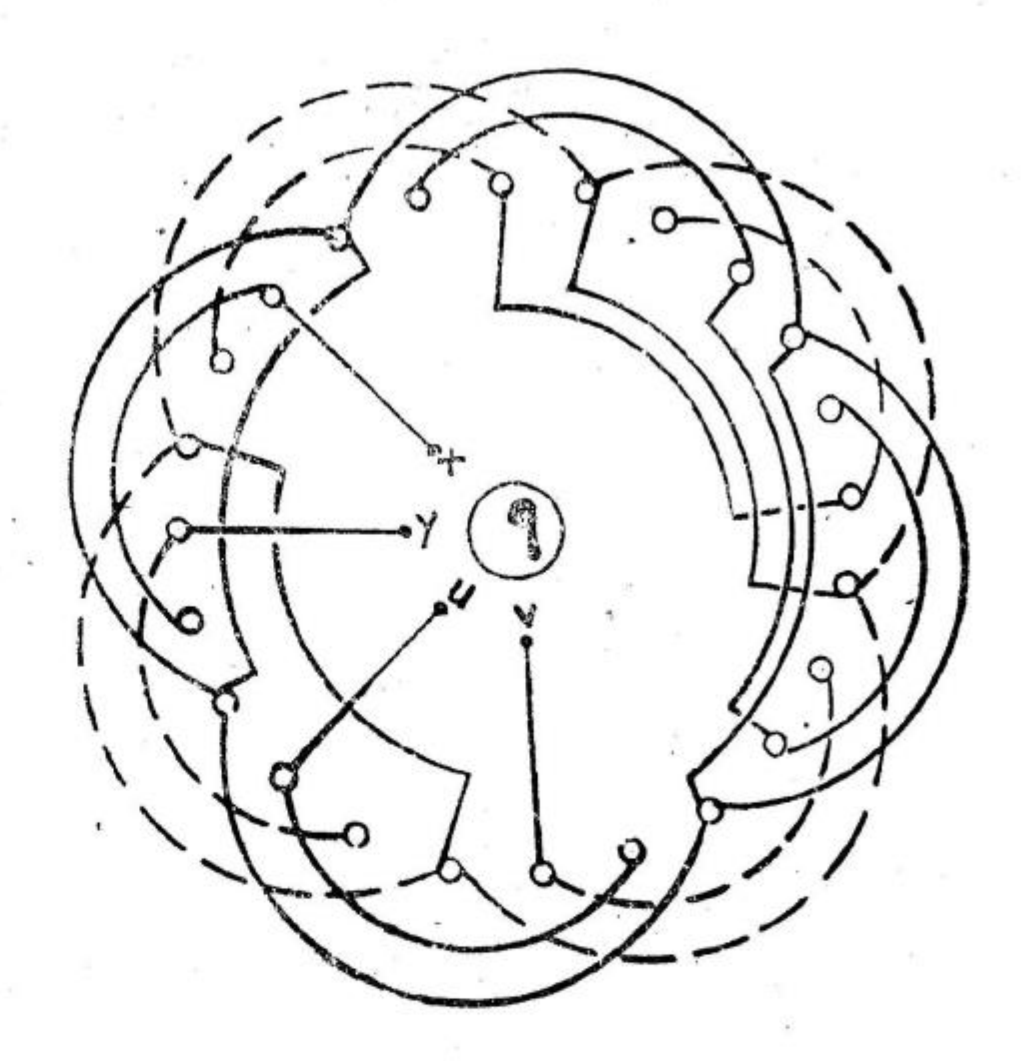
٤ مجرى باشراك التقويم مع التشـغيل فى مجرى

مقدار خطوة اللف للتشـغيل = ٤ــ٦

مقدار خطوة اللف للتقويم = ٤ــ٦

محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ أقطـــاب

نوع آخر من اللف



تقسيم هذا المحرك مبنى على أساس نصف عدد المجارى تشغيل والنصف الاخر تقويم .

عدد مجارى قطب التشغيل = ٣ مجرى

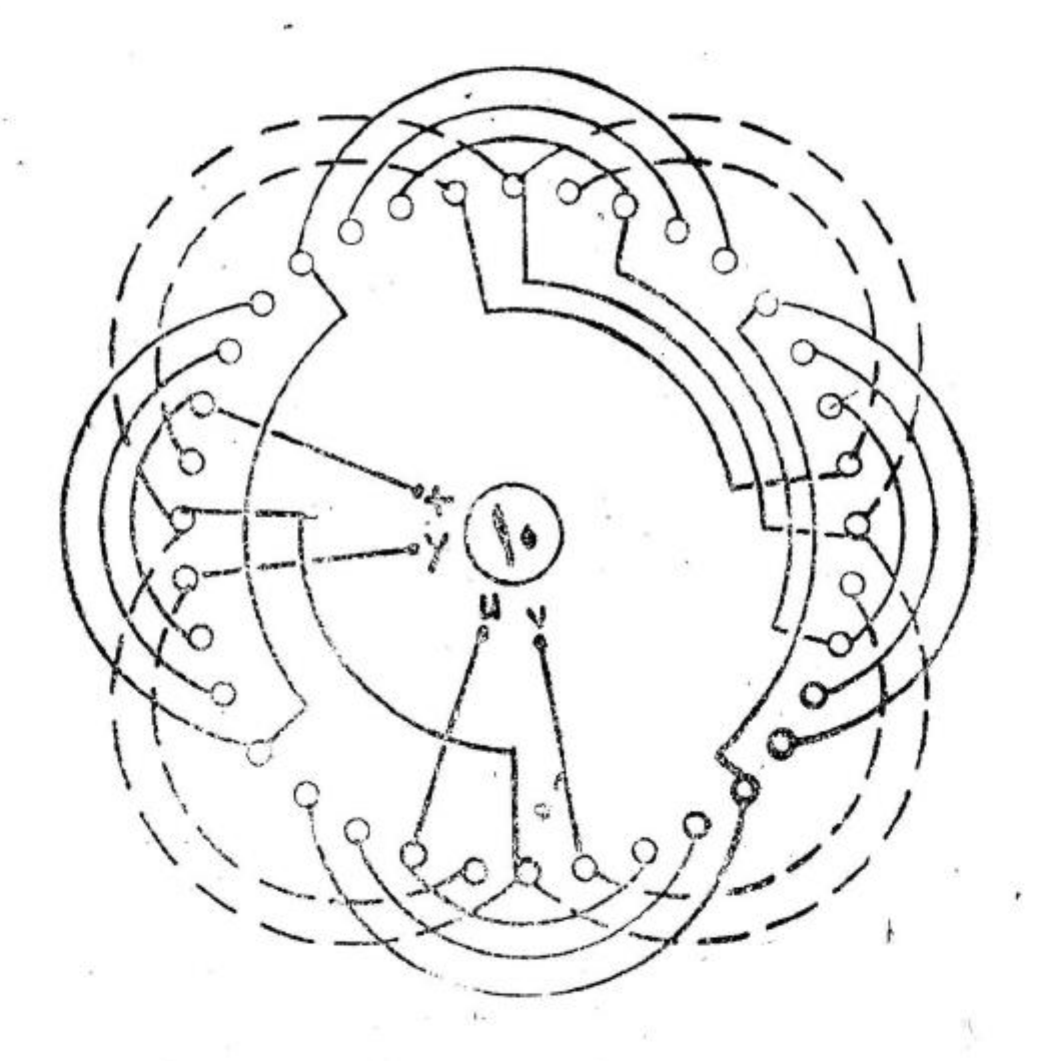
عدد مجارى قطب التقويم = ٣ مجرى

خطوة الملف الأصغر تشغيل = ١ــ٥ والأكبر = ١ــ٧ جانبين

خطوة الملف الأصغر تقويم = ١ــ٥ والأكبر = ١ــ٧ جانبين

هذا المحرك فيه كل من ملفات التشغيل وملفات التقويم من سلك واحد من حيث مساحة المقطع وعدد لفات الملف ولا يوجد به مفتاح طرد مركزى .

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٤ أقطـــاب



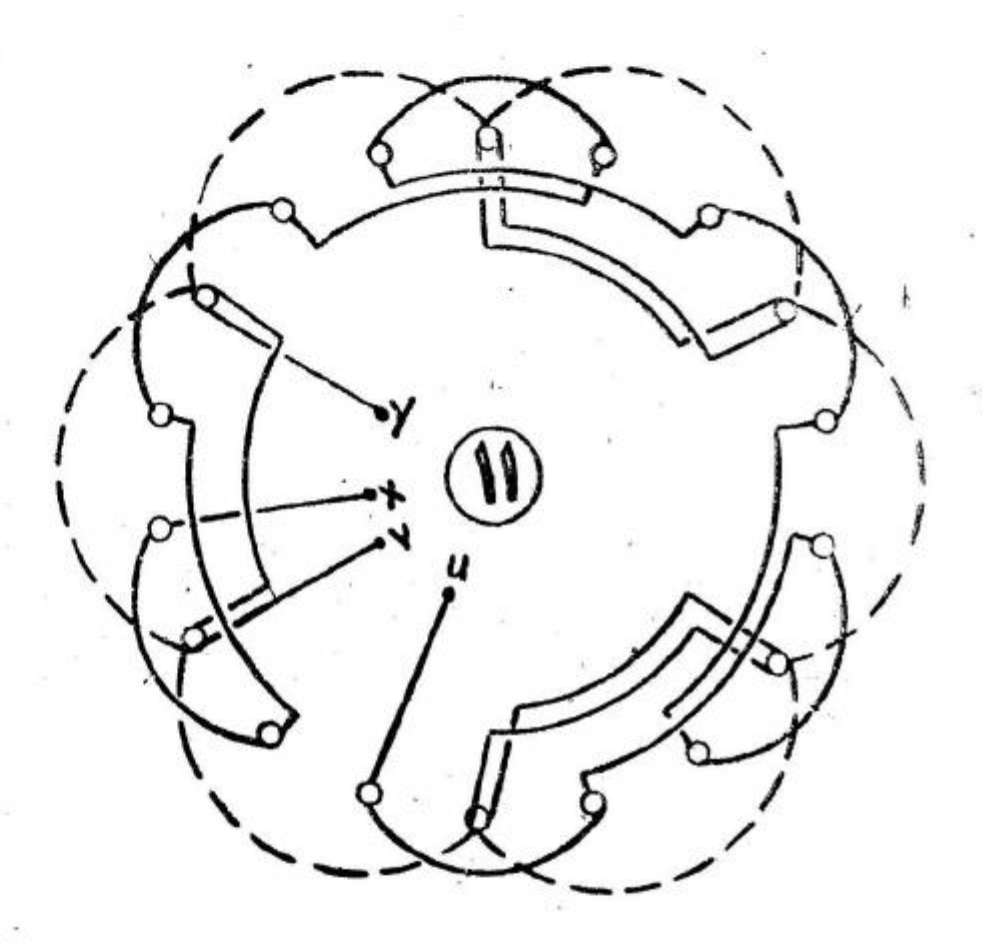
عدد مجارى قطب التشغيل = ٦ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٣ مجرى

خطوات لف التشغيل = ٥—٧—٩

خطوات لف التقويم = ٨—١٠ مع ملاحظة أن الملف الأكبر جانبى

محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٦ أقطــاب




عدد مجارى قطب التشغيل = ٢ مجرى

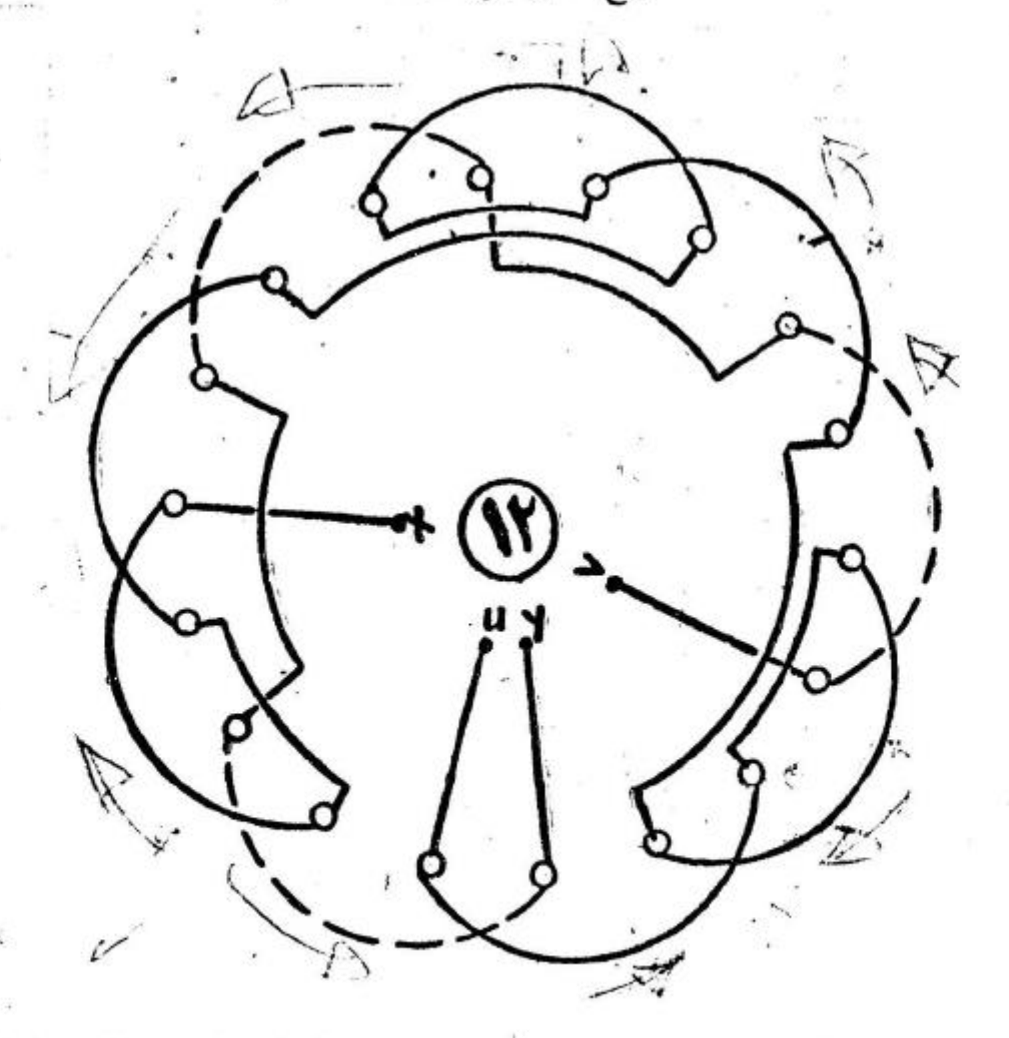
عدد مجارى قطب التقويم = ١ مجرى

خطوة ملف التشغيل = ١—٣

خطوة ملف التقويم = ١—٤

محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٦ اقطـــاب

نوع آخر من اللف

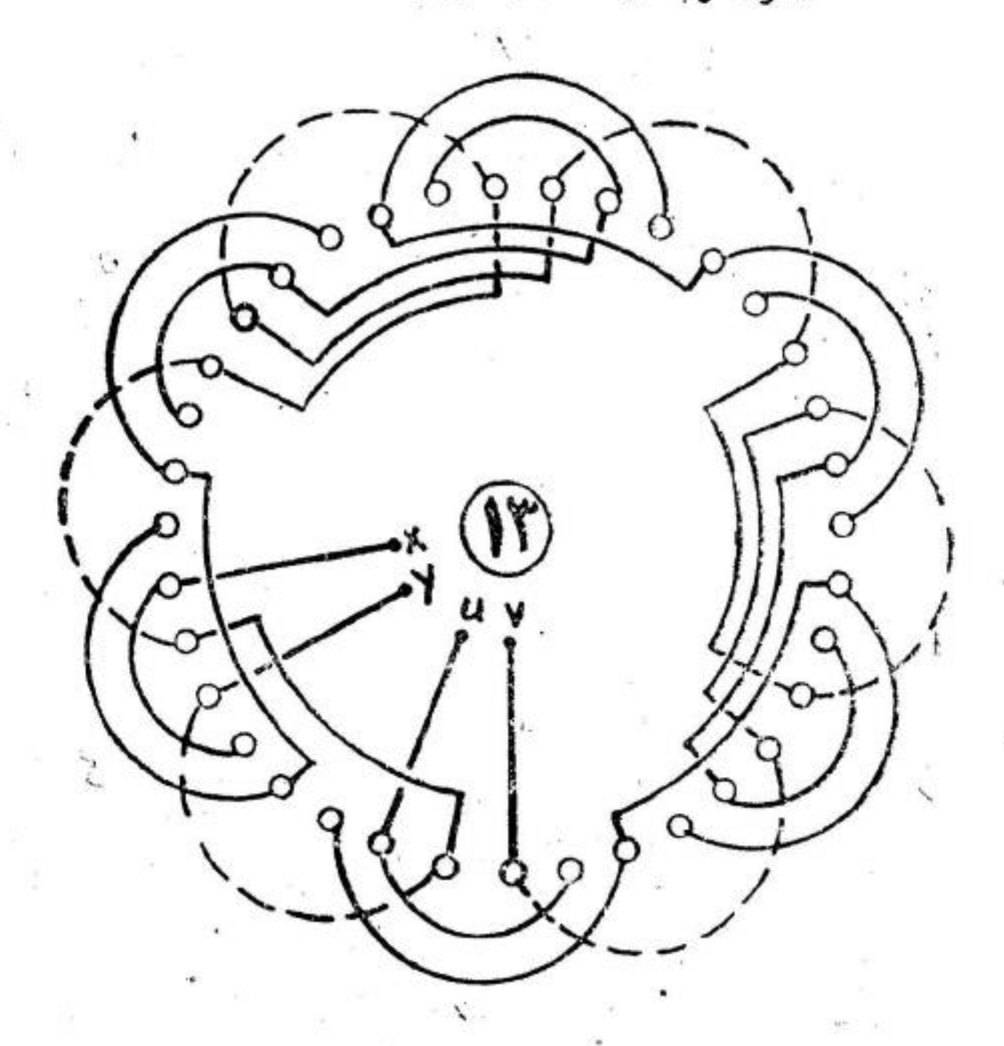



فى هذا النوع من اللف نجد ان كل من خطوة ملف التشـغيل وخطوة ملف التقويم واحدة .

ملف التشـغيل = ١ــ٤

ملف التقويم = ١ــ٤

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٦ أقطـــاب



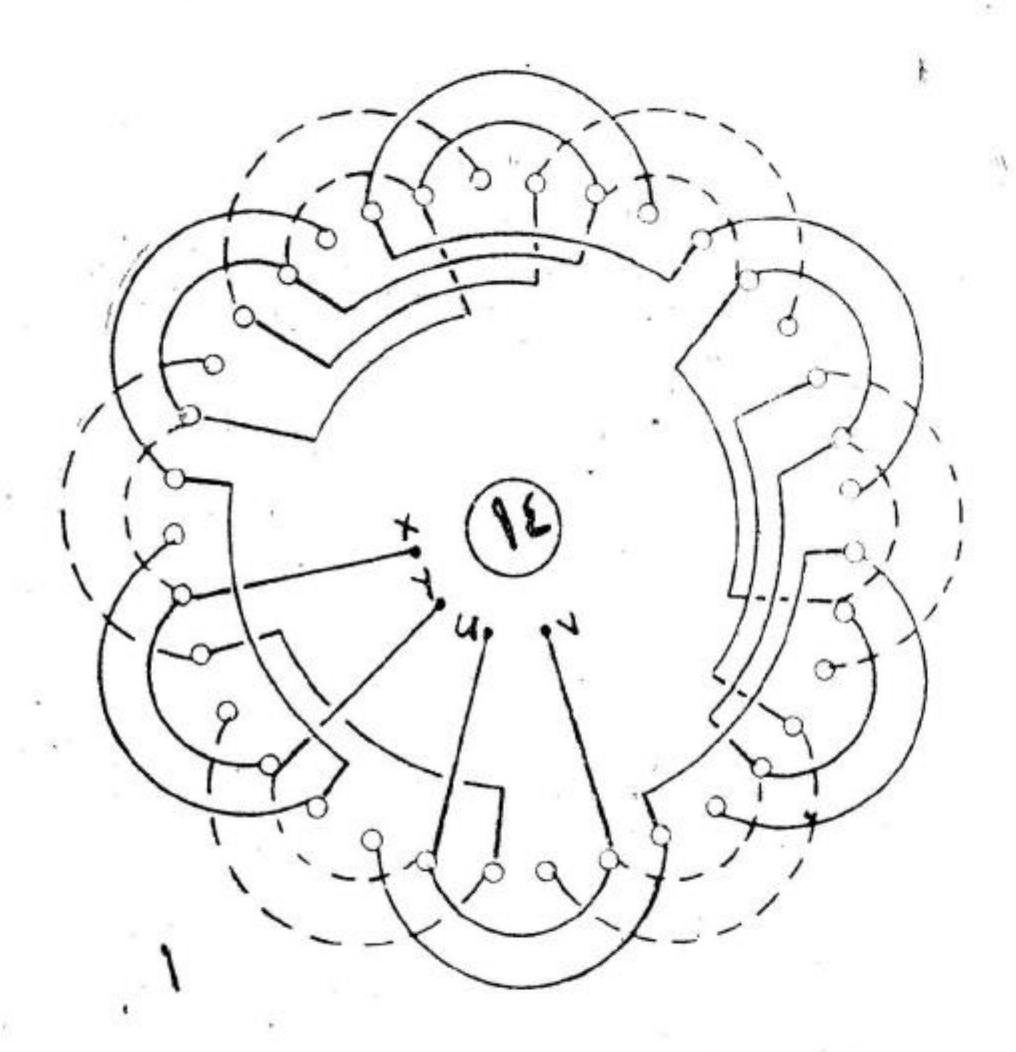

عدد مجارى قطب التشغيل = ٤ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = ٢ مجرى

خطوات لف ملفات التشغيل = ٤—٦،

خطوة لف ملفات التقويم = ١—٦

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٦ أقطاب



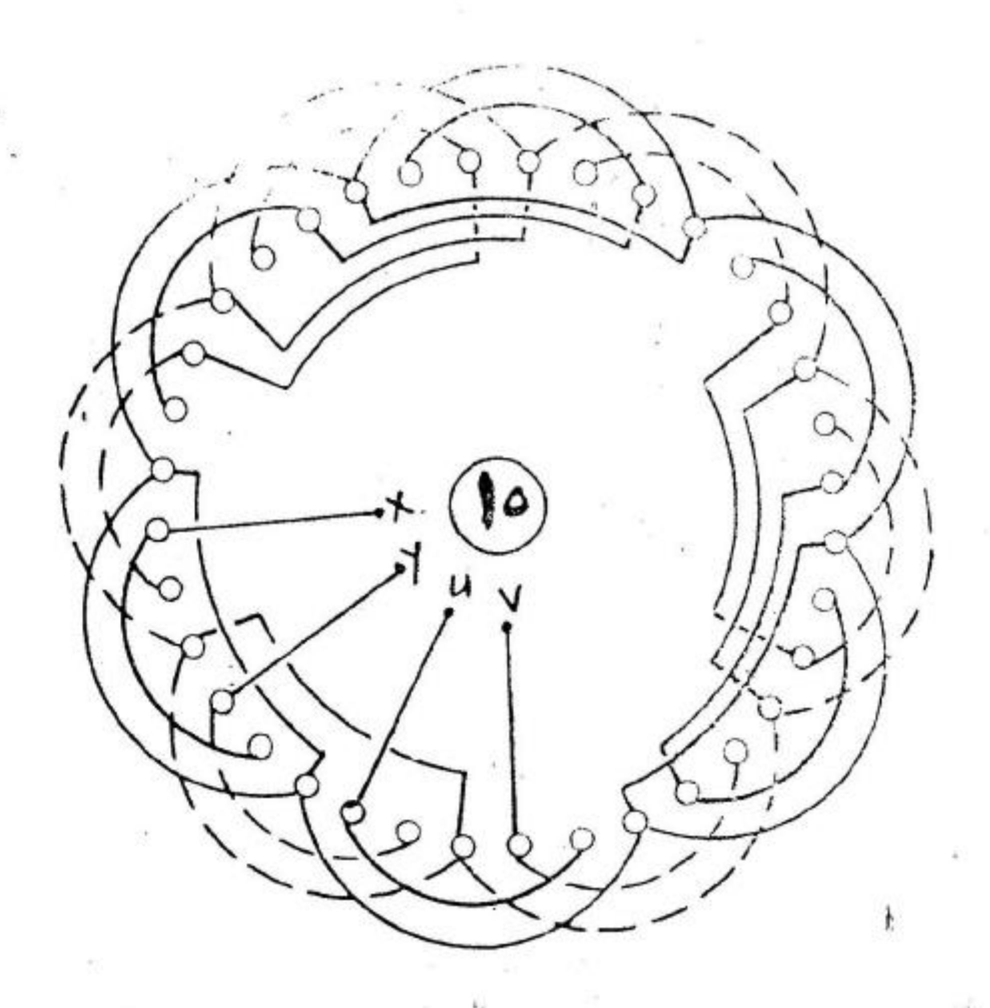

فى هذا النوع من اللف نجد أن هناك ملف تقويم أضيف واشترك مع ملف تشغيل فى مجرى وعلى هذا أصبح عدد مجارى التشغيل تساوى عدد مجارى التقويم وكذا خطوة اللف .

ملفات التشغيل = ٤ـ٦ ملفات التقويم = ٤ـ٦

هذا النوع مزود بمفتاح طارد مركزى لفصل ملفات التقويم .

محرك وجه واحد ٣٦ مجـــرى ٦ أقطاب

ن ع آخر من اللف




فى هذا النوع نصف المجارى للتشغيل والنصف الاخر للتقويم وعلى هذا نجد أن عدد مجارى قطب التشغيل وعدد ملفاته تساوى ما يخص التقويم كما نجد ان خطوة اللف واحدة :

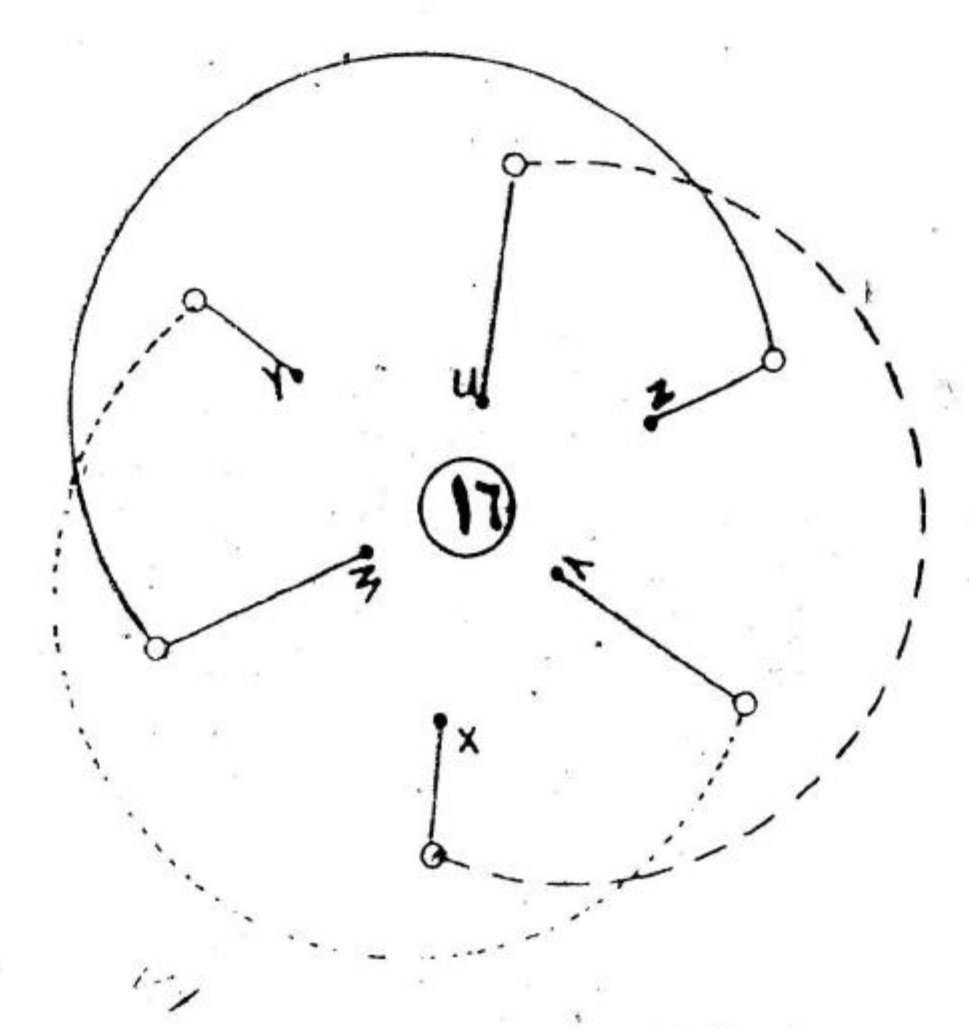
ملفات التشغيل = ٥ـ٧ والكبير جانبين

ملفات التوقيم = ٥ـ٧ والكبير جانبين

هذا النوع لا يوجد به مفتاح طرد مركزى لفصل التقويم ولكن لابد من تواجد مكثف .

## لف الثلاثة أوجـــه

محرك ثلاثة أوجه ٦ مجرى ٢ قطـــب




عدد مجارى القطب = ٦÷٢ = ٣ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

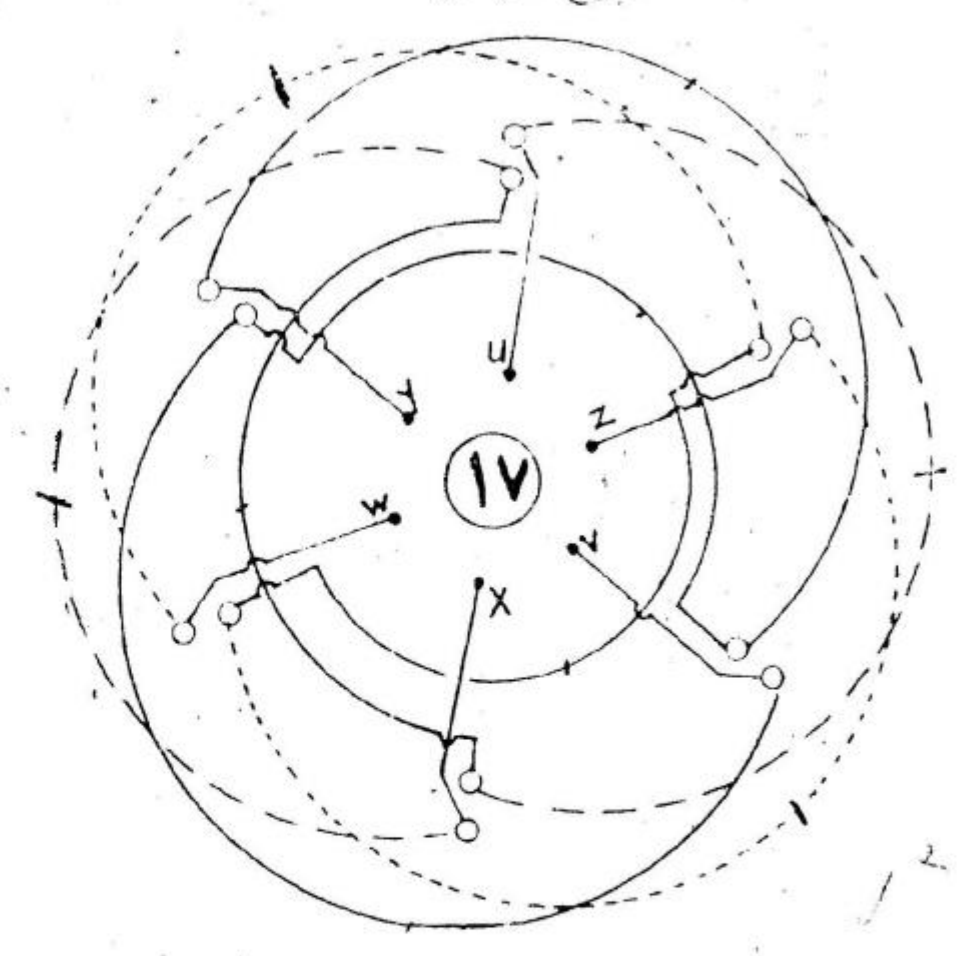
نوع اللف جانب واحد

نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة = الخطوة القطبية + ١ = ٣ + ١ = ٤

محرك ثلاثة أوجه ٦ مجرى ٢ قطـــب

نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ٦ ÷ ٢ = ٣ مجرى

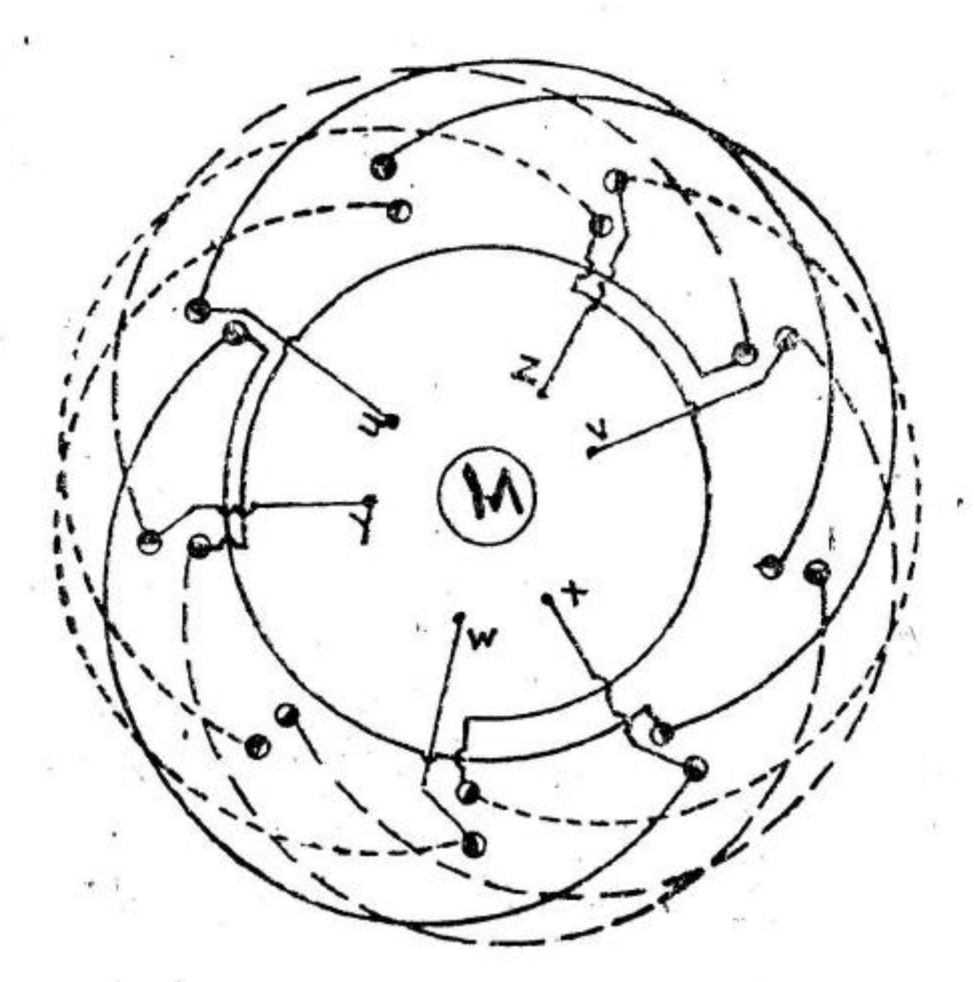
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

نوع اللف جانبين نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة = قطبية + ١ = ٣ + ١ = ٤

محرك ثلاثة أوجه ٩ مجرى ٢ قطب

شاذ التقسيم




عدد مجارى القطب = ٩ ÷ ٢ = ٤ ½ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ ½ ÷ ٣ = ١ ½ مجرى تحول الى ٢ ، ١

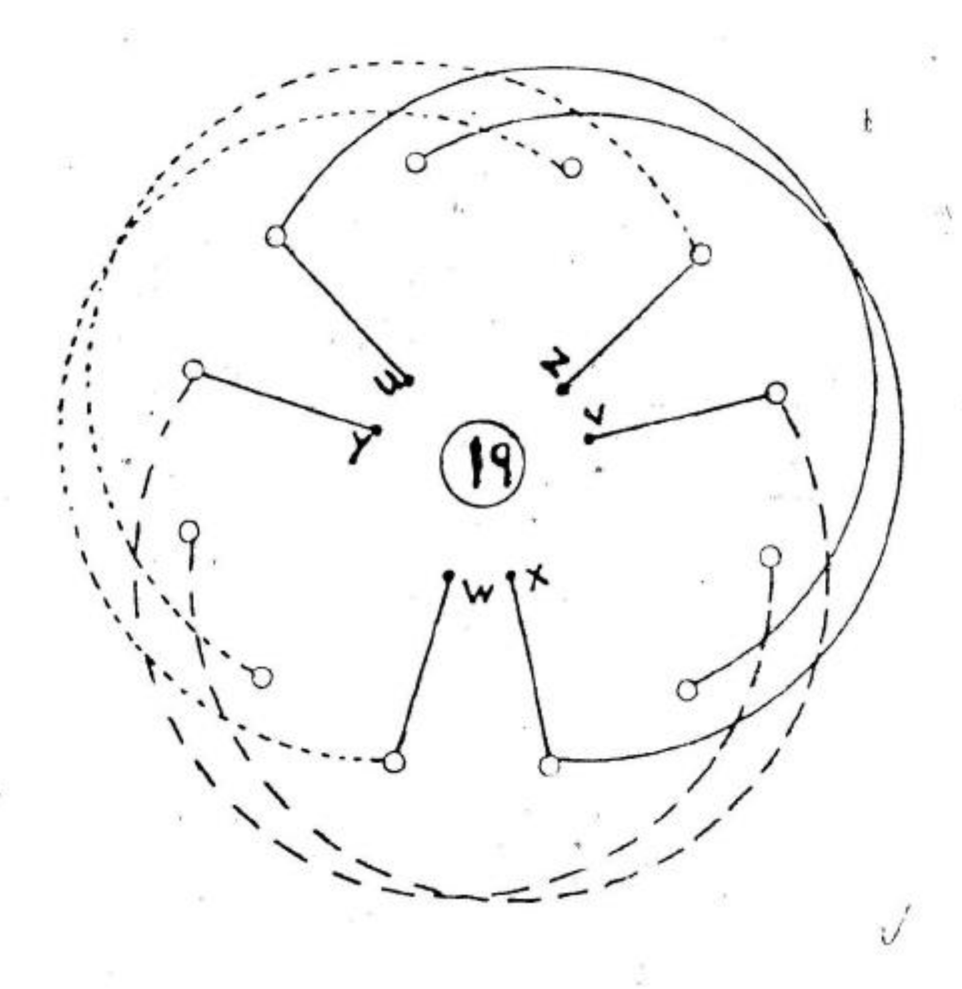
نوع اللف فى الشاذ جانبين

نوع خطوة اللف ثابتة مقدار خطوة اللف = ١—٥

ملفات الوجه الاول ٢ ، ١ الوجه الثانى ٢ ، ١ الوجه الثالث ٢، ١

عند إسقاط الملفات تكون أولا أول الأول ثم آخر الثالث ثم أول الثانى ثم ثانى الأول ثم أول الثالث ثم ثانى الثانى .

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢ قطب




عدد مجارى القطب = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

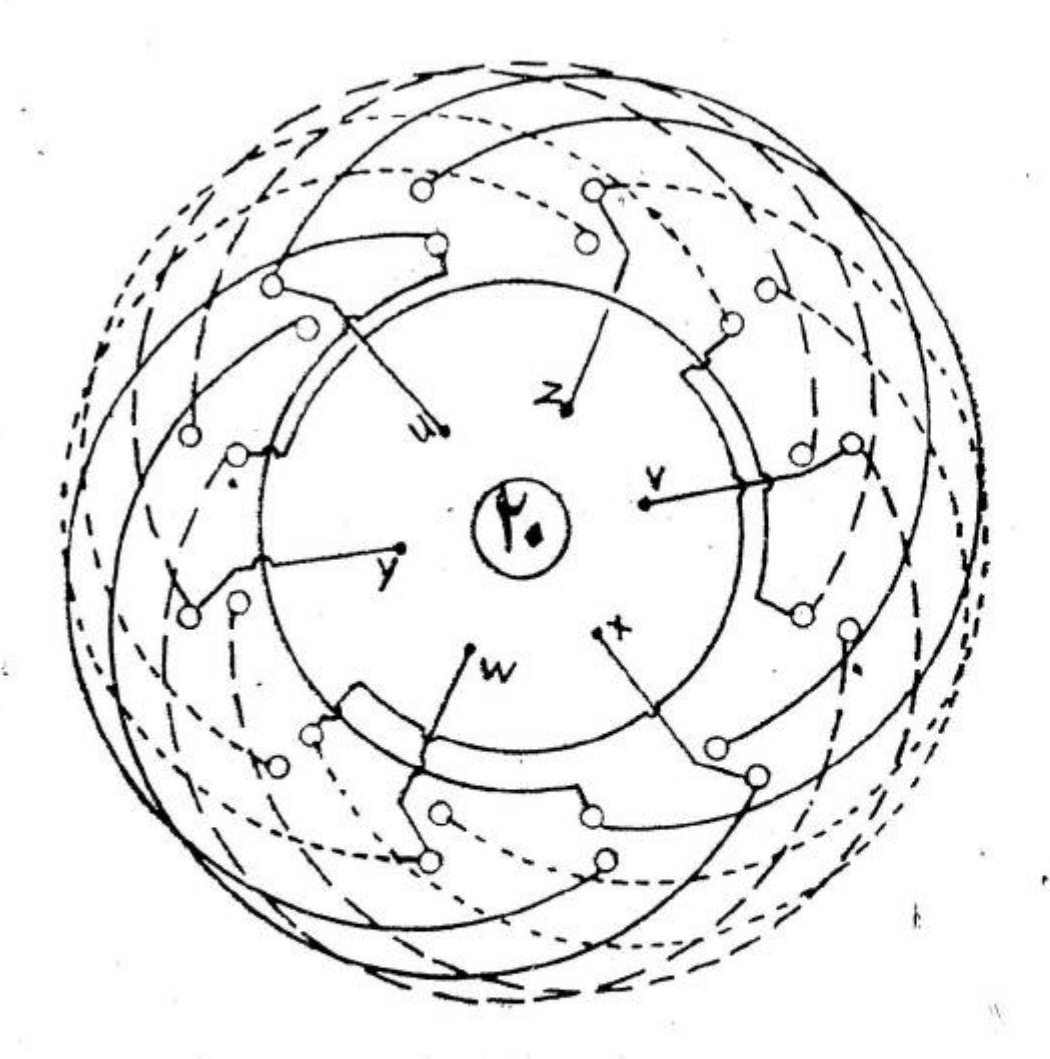
نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة = قطبية + ١ = ٦ + ١ = ٧

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢ قطـــب

نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

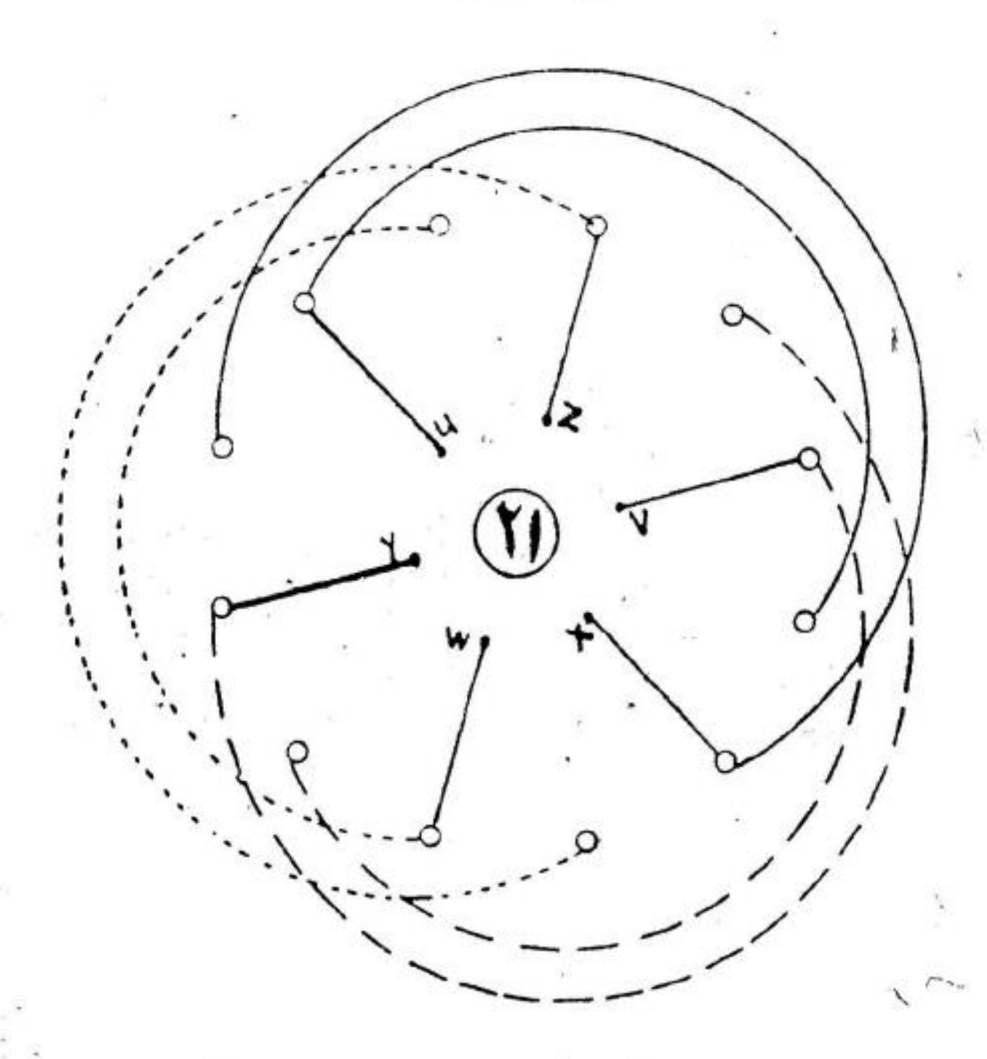
نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة = قطبية + ١ = ٦ + ١ = ٧

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢ قطـب

نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

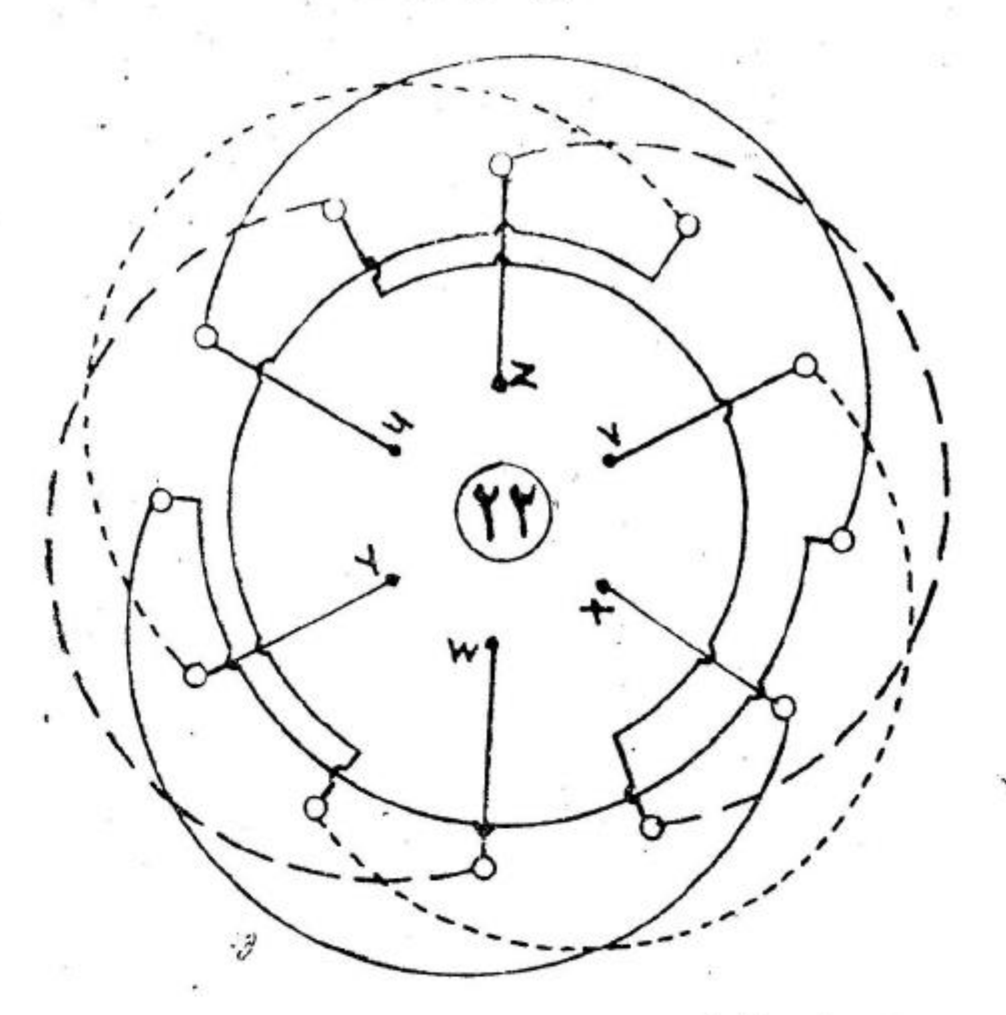
نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة متداخلة

مقدار الخطوة الأصغر ٦ والأكبر ٨

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٢ قطـــب

نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

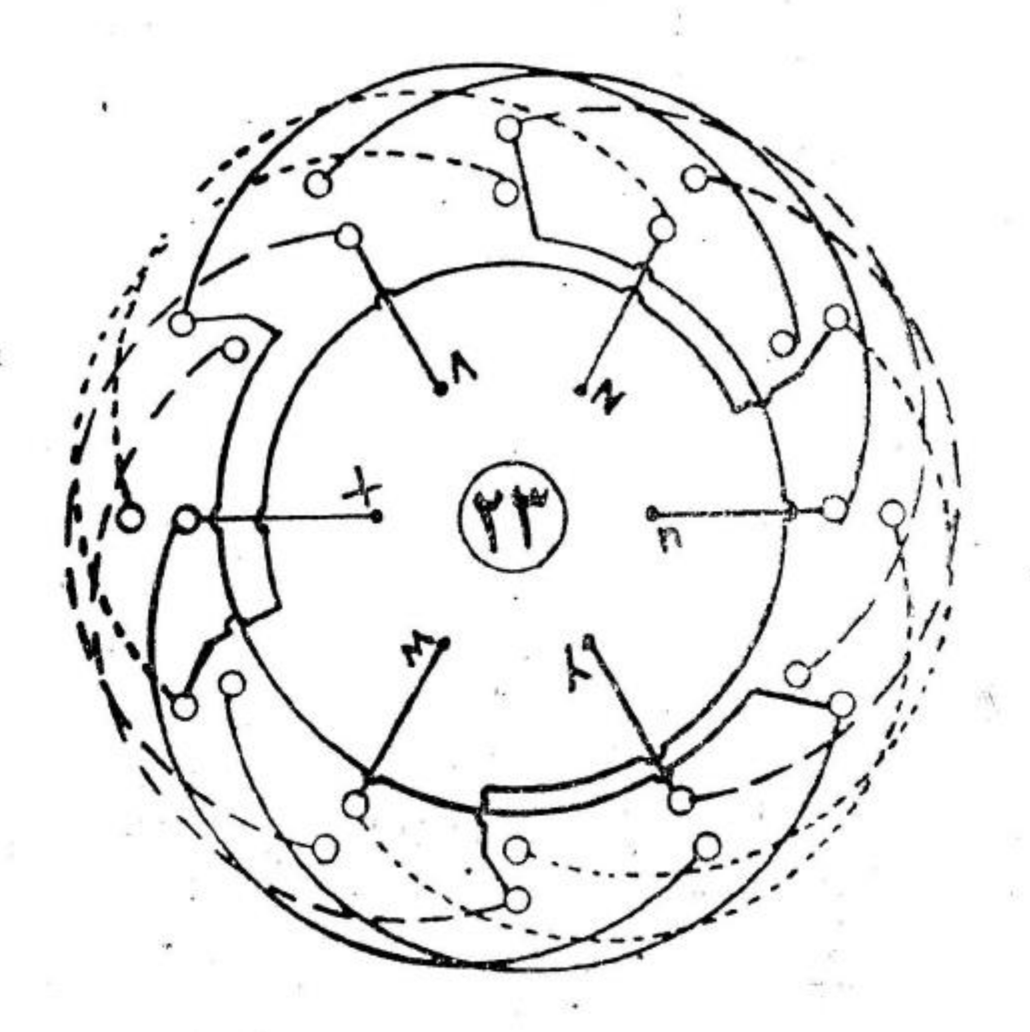
فى هذا المحرك استعملت الخطوة قطبية ذات الجناحين جانب واحد

مقدار الخطوة = ١ — ٦ ملف يمين وآخر شمال .

عند اسقاط الملفات نتبع اسقاط ملف وترك مجرى خالية ثم **اسقاط** ملف وترك مجرى خالية وهكذا حتى يتم اللف كاملا دون أى مجرى خالية .

محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجـــرى ٢ قطـــب

نوع آخر من اللف



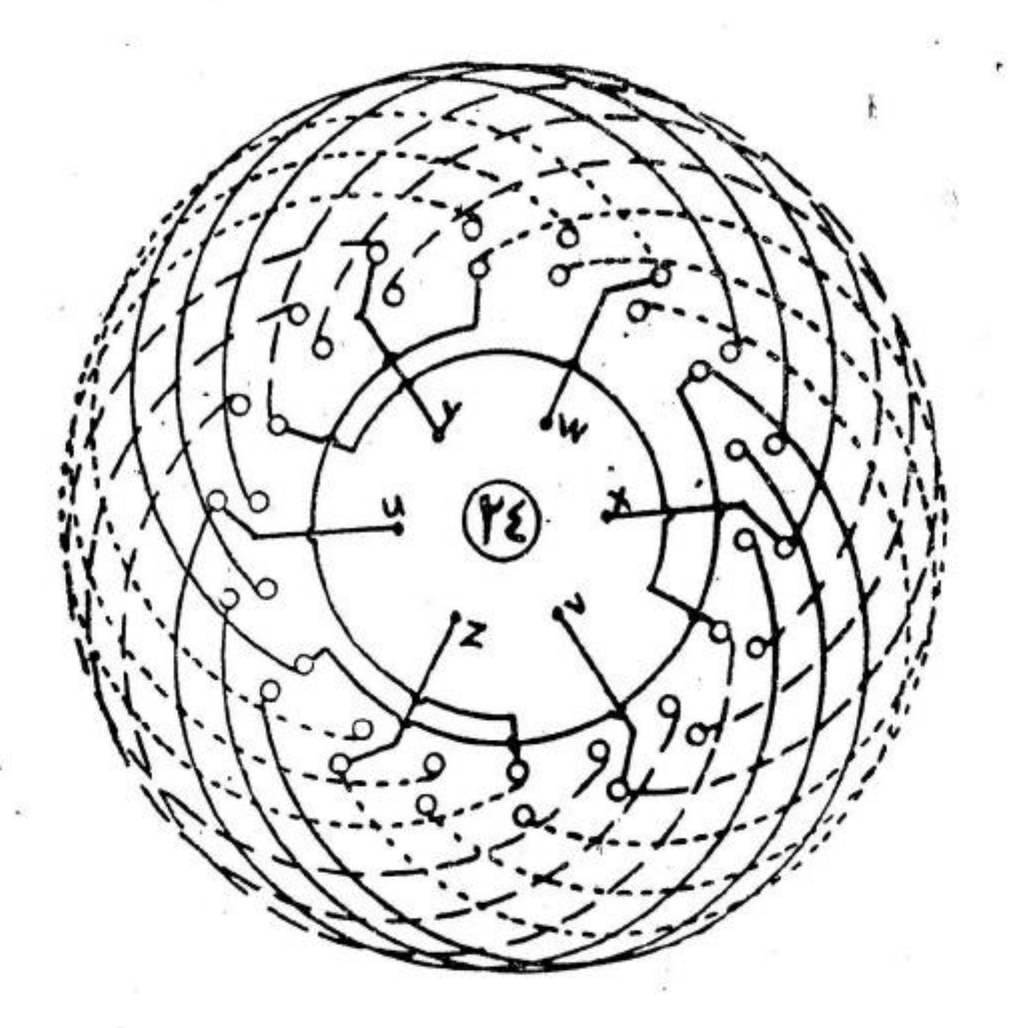

عدد مجارى القطب = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانبين          نوع الخطوة تطبية ــ ١

∴ مقدار الخطوة = ٦ـــ١ = ٥

محرك ثلاثة أوجـــه ١٨ مجرى ٢ قطب




عدد مجارى القطب = ١٨ ÷ ٢ = ٩ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى

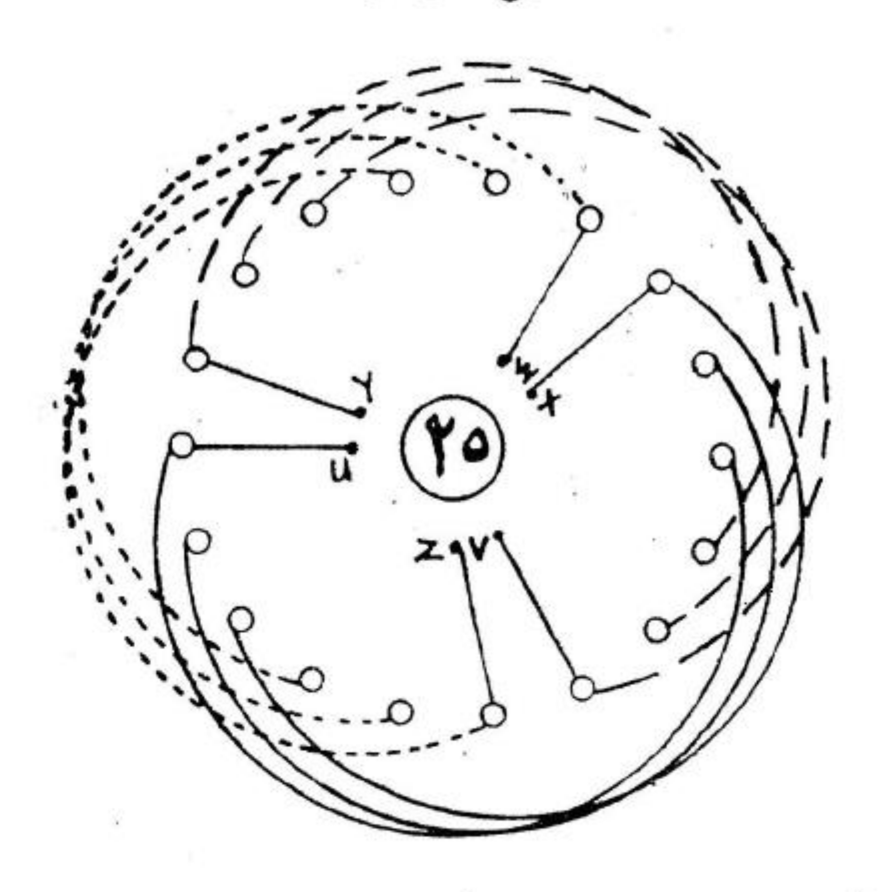
نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة = قطبية + ١ = ٩ + ١ = ١٠

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٢ قطـــب

نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ١٨ ÷ ٢ = ٩ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ **مجرى**

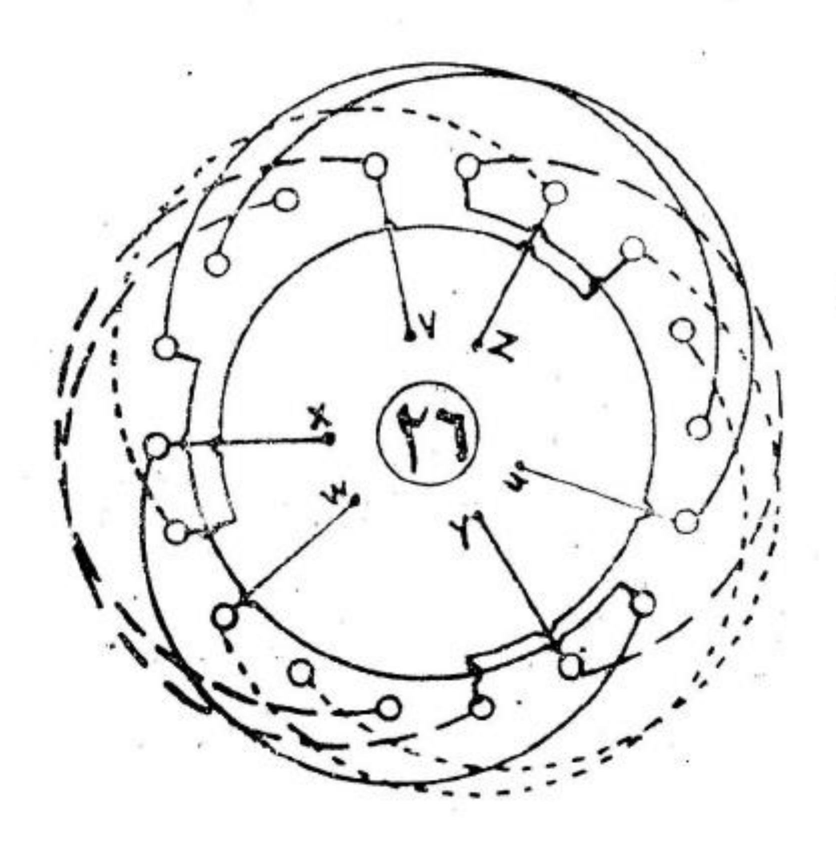
نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة قطبية + ١ = ٩ + ١ = ١٠

## محرك ثلاثة اوجه ١٨ مجرى ٢ قطب

### نوع آخر من اللف



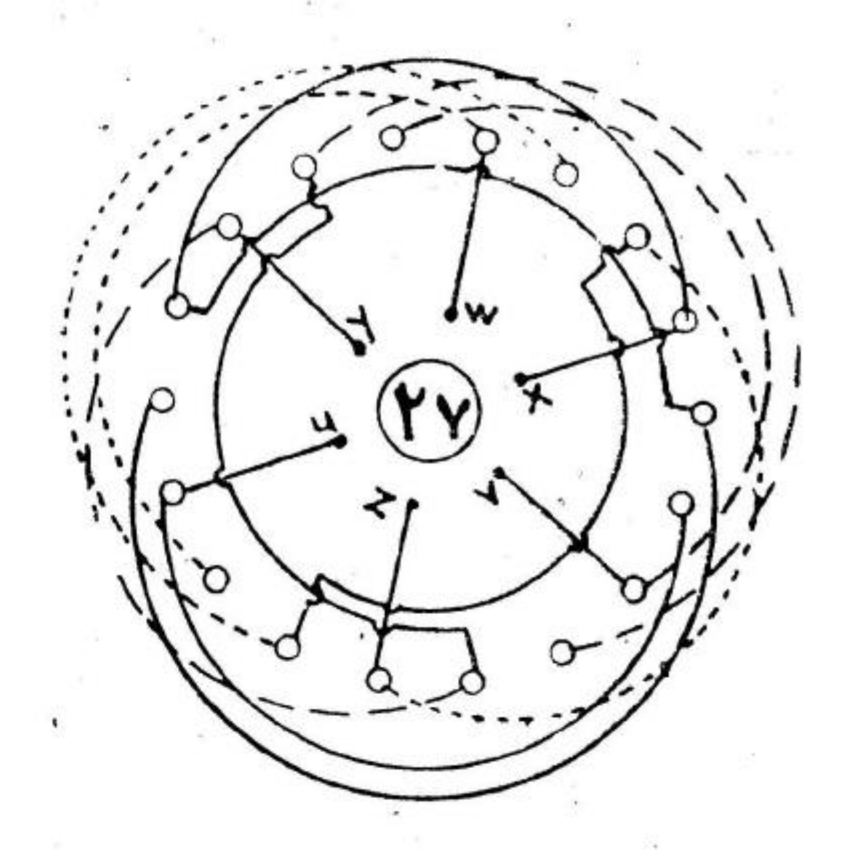

فى هذا النوع من اللف نجد عدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب لم يحدث فيها اى تغيير من حيث العدد ولكن طريقة توزيع الملفات هى التى تم فيها التعديل من حيث مقدار الخطوة حيث نجد الآتى :

١ — لكل وجه تحت كل قطب ٣ ملفات كانت قيمة الخطوة الثابتة لها هى ١ — ١٠

٢ — حولت الملفات الثلاث الى ملفين فى اتجاه قيمة الخطوة لهما ١—٩ والملف الثالث فى اتجاه اخر قيمة خطوته ١ — ٨ .

## محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٢ قطب

### نوع آخر من اللف




هذا النوع التعديل الموجود فيه من حيث خطوة اللف حيث نجد الآتى :

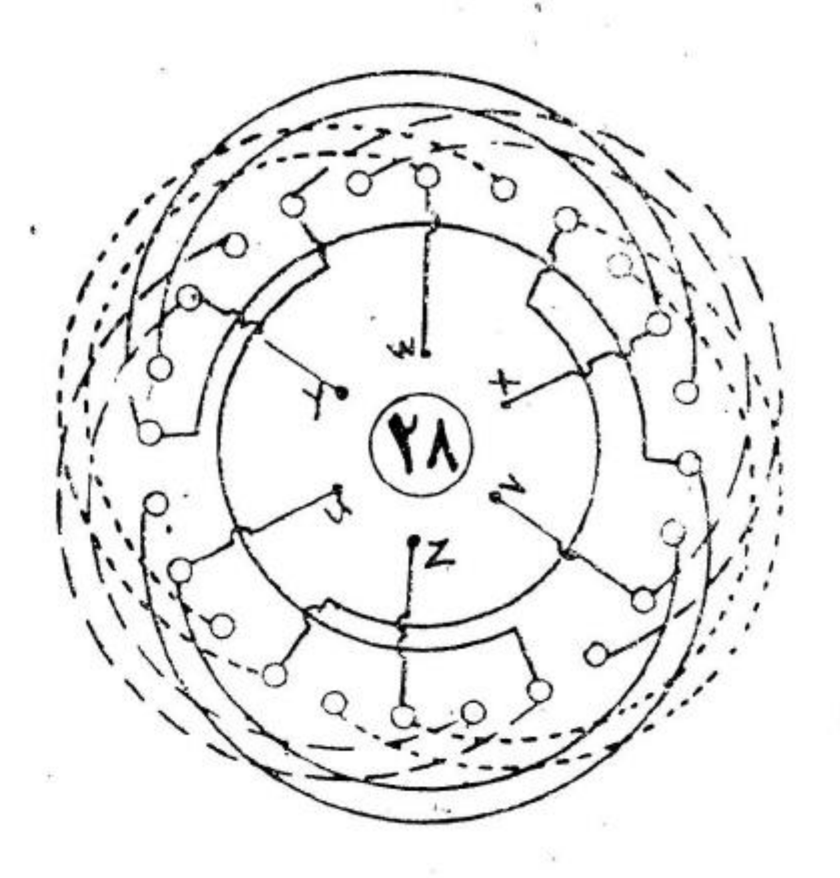
١ — لكل وجه تحت كل قطب ثلاثة ملفات قسمت الى ملفين وملف .

٢ — قيمة خطوة الملفين متداخلة الصغرى ١—٨ والكبرى ١—١٠ .

٣ — قيمة خطوة الملف الثالث ١ — ٨ .

وعلى هذا يكون هذا النوع لا يختلف عن النوع السابق فى رسم ٢٦ الا من حيث نوع الخطوة حيث حولت من ثابتة الى متداخلة .

## محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ قطب




عدد مجارى التطب = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٢ ÷ ٣ = ٤ مجرى

نوع اللف جانب واحد .

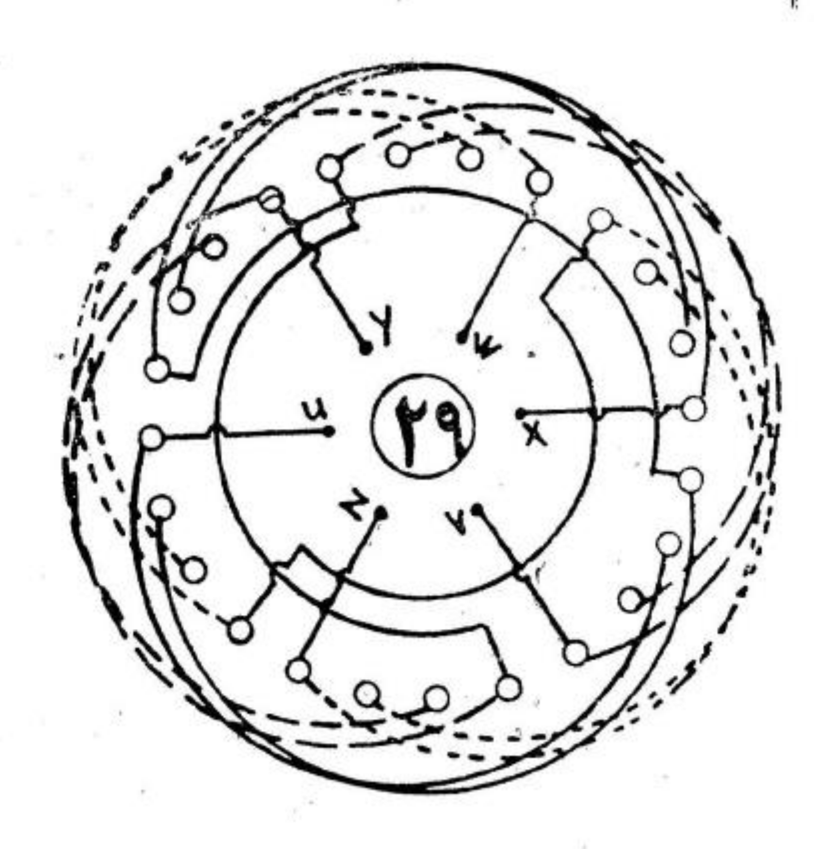
نوع الخطوة متداخلة ذات جناحين حيث قسمت مجارى الوجه تحت التطب وهى ٤ ملفات الى ملفين يمين وملفين شمال

مقدار الخطوة للملف الاصغر = ١ — ١٠

مقدار الخطوة للملف الأكبر = ١ — ١٢

**محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ قطـــب**

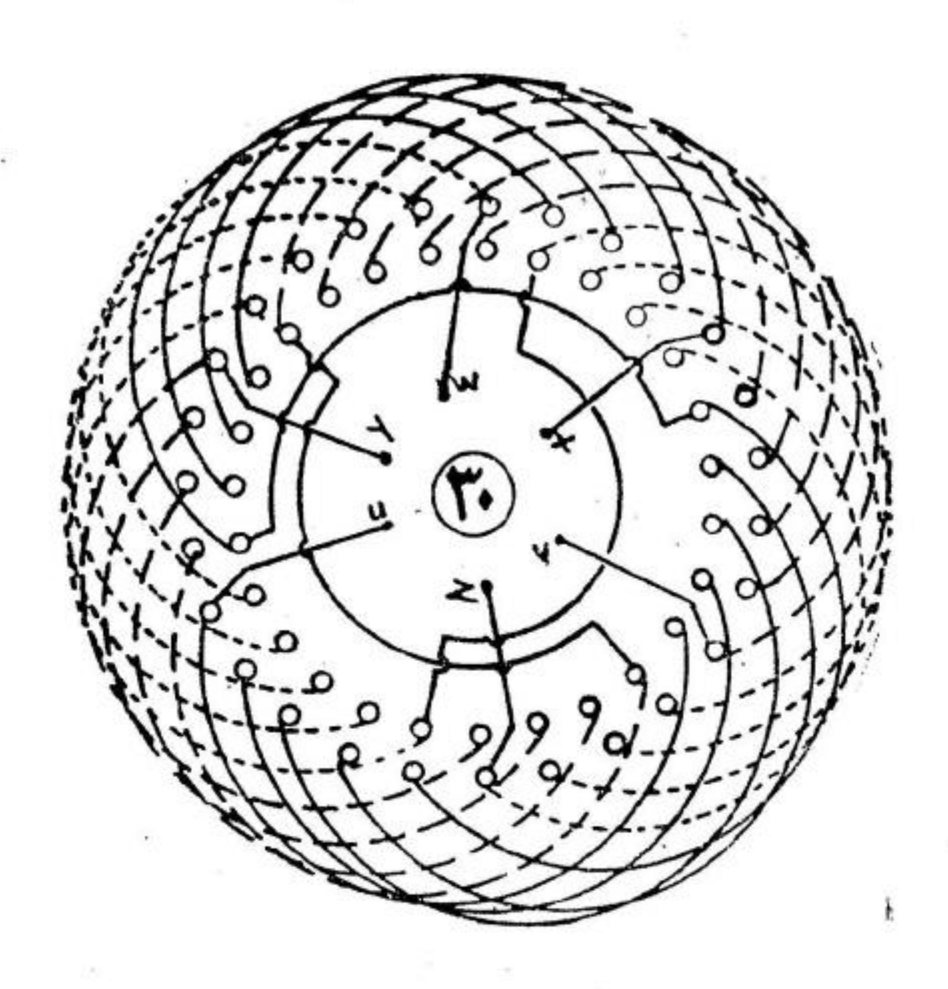
**نوع آخر من اللف**




فى هذا النوع عدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب لم يحدث فيها أى تغيير ولكن حولت الخطوة المتداخلة ذات الجناحين الى خطوة ثابتة ذات الجناحين بمقدار ١ — ١١

**محرك ثلاثة أوجه ٢٧ مجرى ٢ قطب**

**شاذ التقسيم**



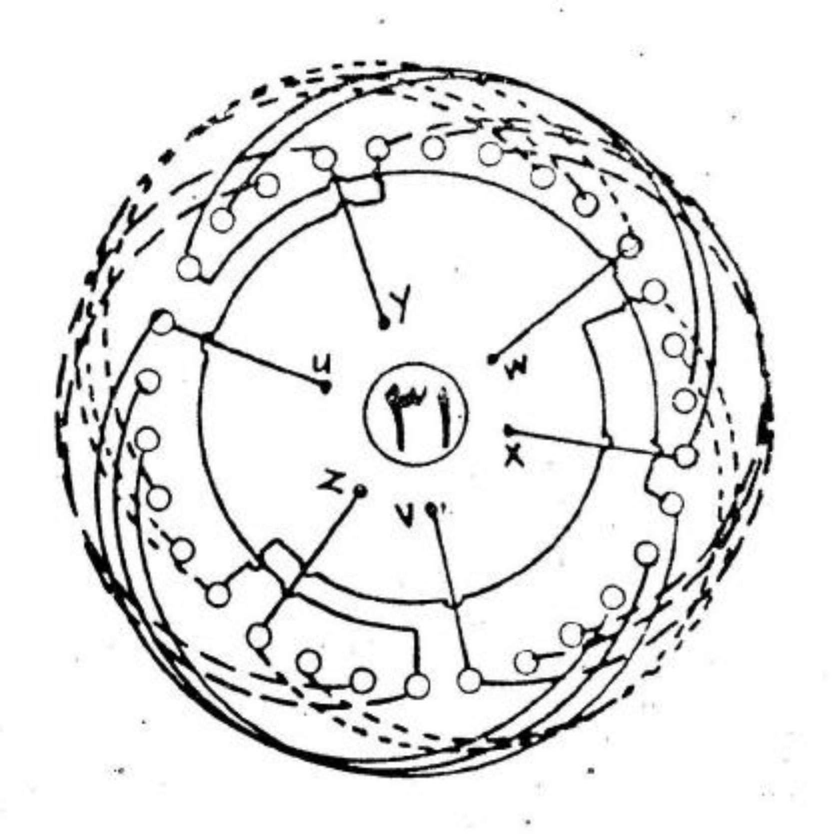

عند تقسيم هذا المحرك نجد ان عدد مجارى الوجه تحت القطب ½ ٤ مجرى حولت الى عدد ٥ مجرى تحت قطب ، ٤ مجرى تحت القطب الثانى وبذلك يكون توزيع ملفات الأوجه الثلاثة كالآتى :

الأول ٥ — ٤ الثانى ٥ — ٤ الثالث ٥ — ٤

وعند الاسقاط أولا عدد ٥ ملف لأول الأول ثم ٤ ملف لآخر الثالث ثم ٥ ملف لأول الثانى ثم ٤ ملف لثانى الأول ثم ٥ ملف لأول الثالث ثم ٤ ملف لآخر الثانى .

مقدار خطوة اللف على اساس ثابتة جانبين ١ — ١٠

**محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٢ قطـــب**




عدد مجارى القطب = ٣٠ ÷ ٢ = ١٥ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٥ ÷ ٣ = ٥ مجرى

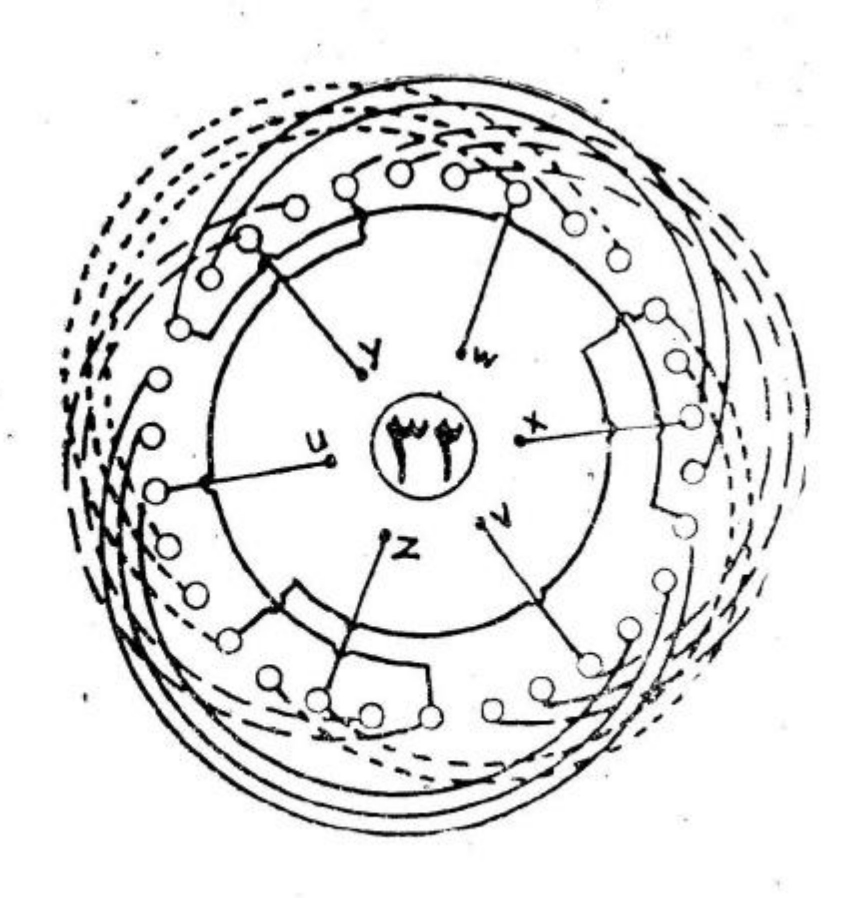
نوع اللف جانب واحد

نوع الخطوة ثابتة ذات الجناحين حيث قسمت مجارى الوجه تحت القطب وهى ٥ مجرى الى ثلاثة فى اتجاه ، ٢ فى اتجاه آخر .

مقدار الخطوة ثلاث ملفات ١ ــ١٤ وملفان مقدار الخطوة ١ ــ ١٣

**محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى٢ قطــب**

**نوع آخر من اللف**




التقسيم فى هذا النوع لم يتغير ولكن نوع الخطوة تحول الى متداخلة ذات الجناحين وبذلك تغير قيمة الخطوة الى الآتى :

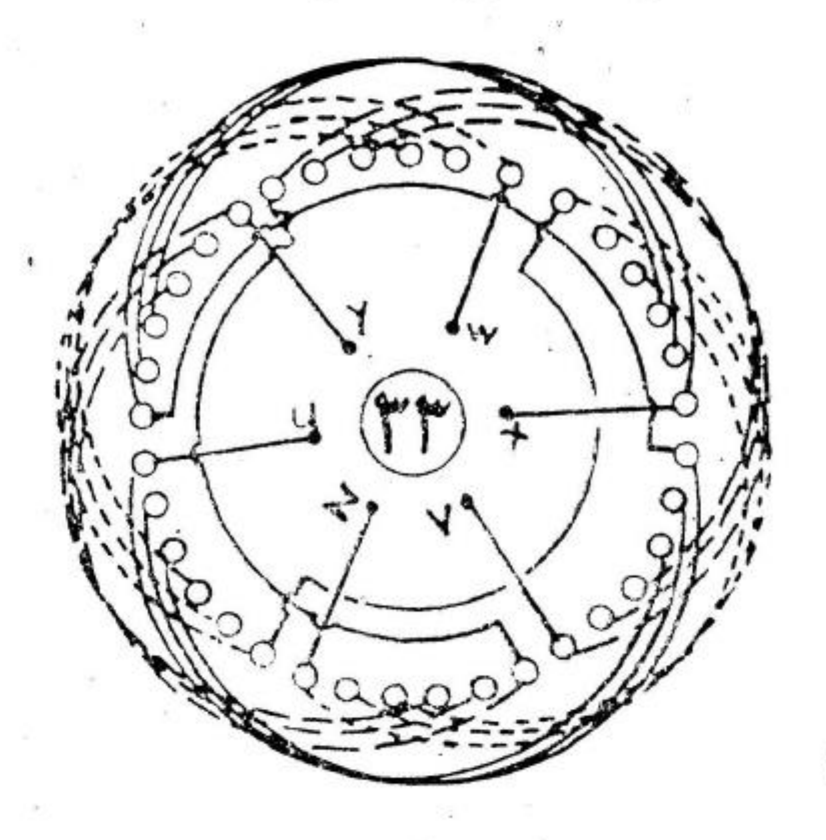
الثلاث ملفات :

الأصغر ١ — ١٢ الثانى ١ — ١٤ الثالث ١ — ١٦

الملفـــان :

الأصغر ١ — ١٢ الثانى ١ — ١٤

**محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٢ قطب**



عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٢ = ١٨ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٨ ÷ ٣ = ٦ مجرى

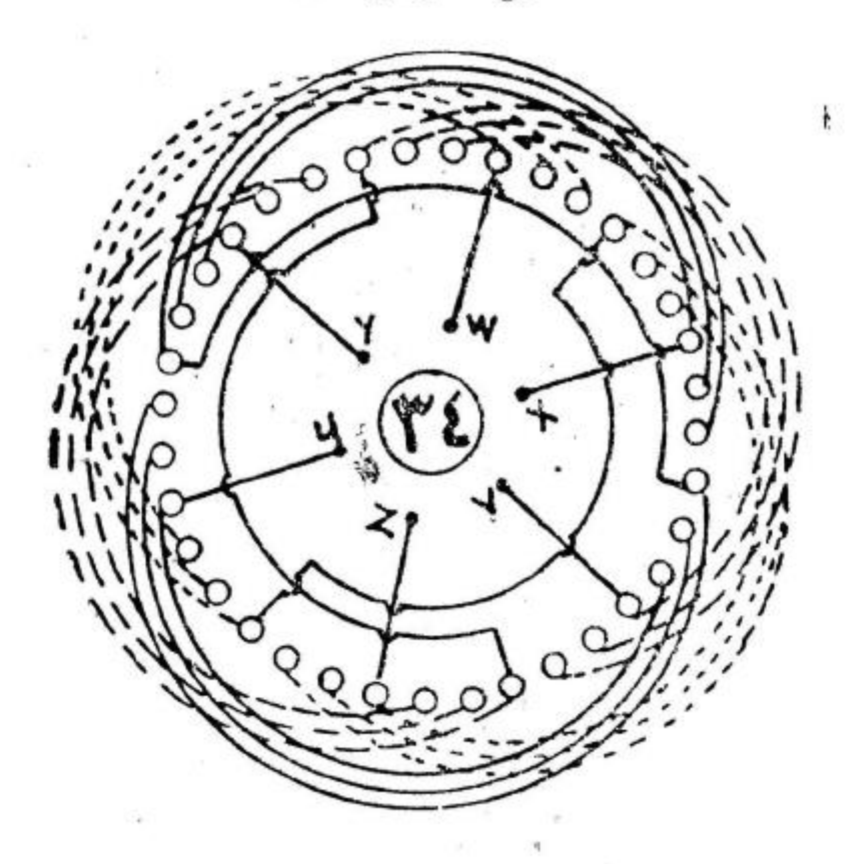
نوع اللف جانب واحد

نوع الخطوة ثابتة ذات الجناحين حيث قسمت ملفات الوجه تحت القطب الى ثلاثة فى اتجاه وثلاثة فى اتجاه آخر .

مقدار الخطوة ١ — ١٦

**محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٢ قطب**

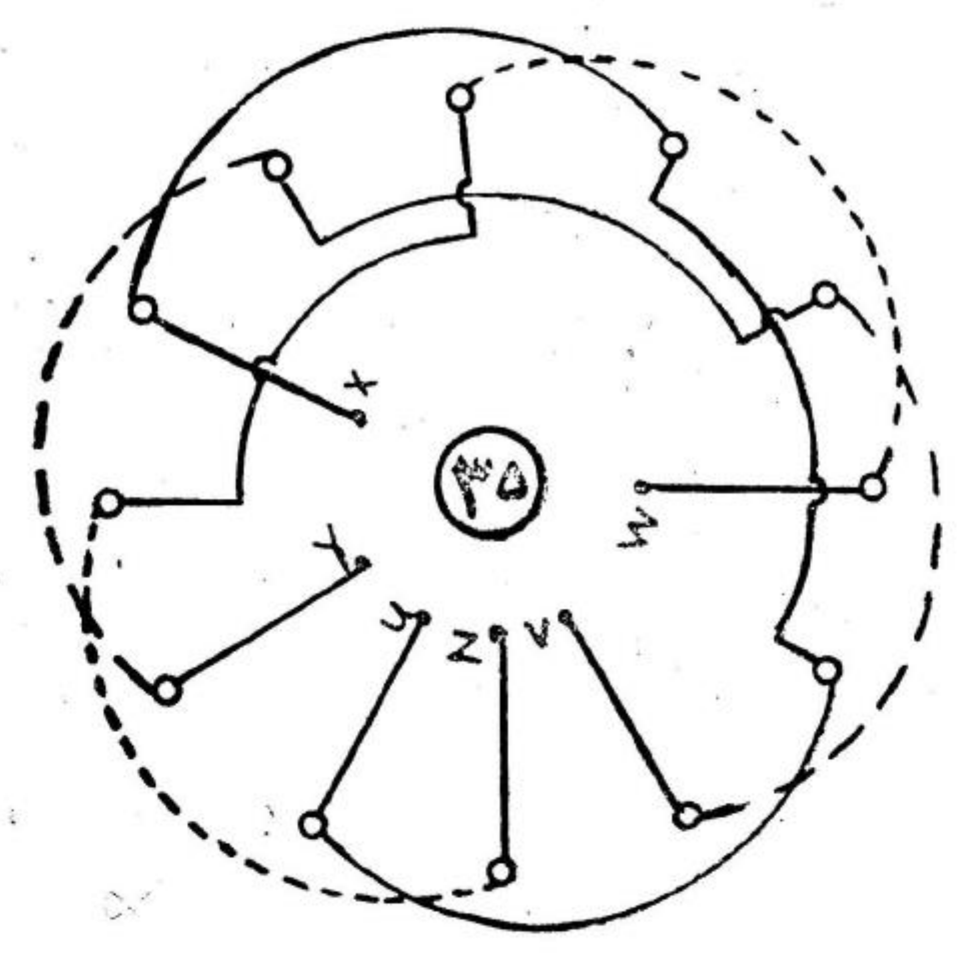
**نوع آخر من اللف**




التقسيم فى هذا المحرك لم يتغير ولكن حولت الخطـــوة الثابتة ذات الجناحين الى خطوة متداخلة ذات جناحين كالآتى :

الملف الأصغر ١ــ١٤  الملف الثانى ١ــ١٦  الملف الثالث ١ــ١٨

**محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٤ أقطاب**




عدد مجارى كل قطب = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى

عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

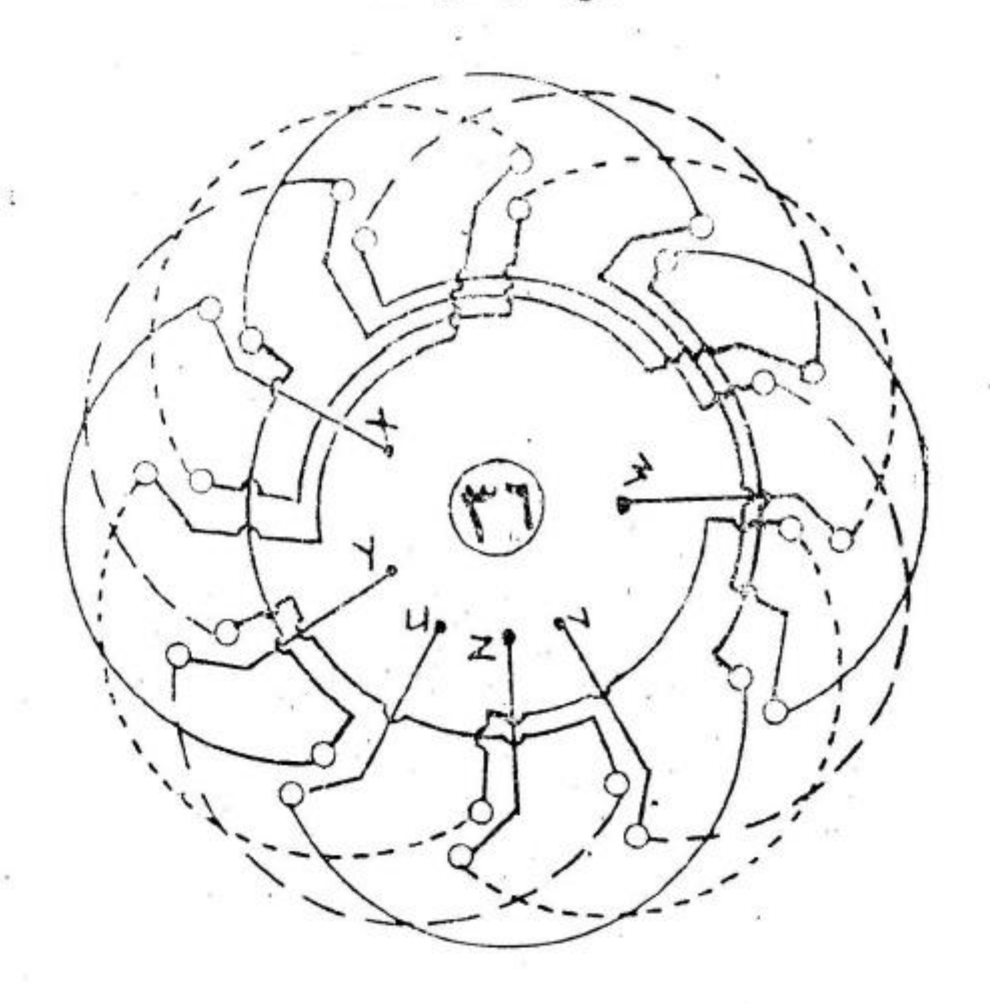
نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة = تطبيه ± ١ = ٣ + ١ = ٤

## محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى ٤ أقطاب

## نوع آخر من اللف




التقسيم فى هذا النوع من اللف لم يتغير الا أن نوع اللف أصبح جانبين فى المجرى وعلى هذا يكون الآتى :

عدد مجارى القطب ٣ كما هو

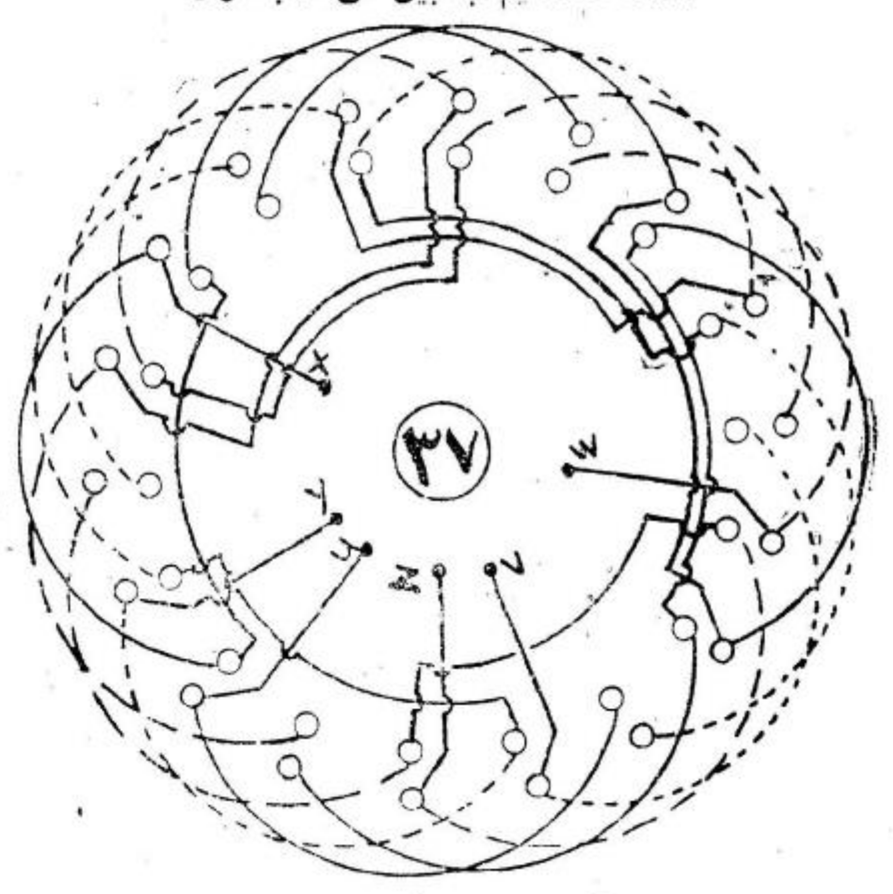
عدد مجارى الوجه تحت القطب ١ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة قطبيه + ١ = ٣ + ١ = ٤

**محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ أقطـــاب**

**شاذ التقسيم جانبين فى المجـــرى**




عدد مجارى القطب = ١٨ ÷ ٤ = ٤ ½ مجرى

الخطوة = ١ — ٥

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $\frac{١٨}{٤}$ ÷ ٣ = ١ ½ مجرى

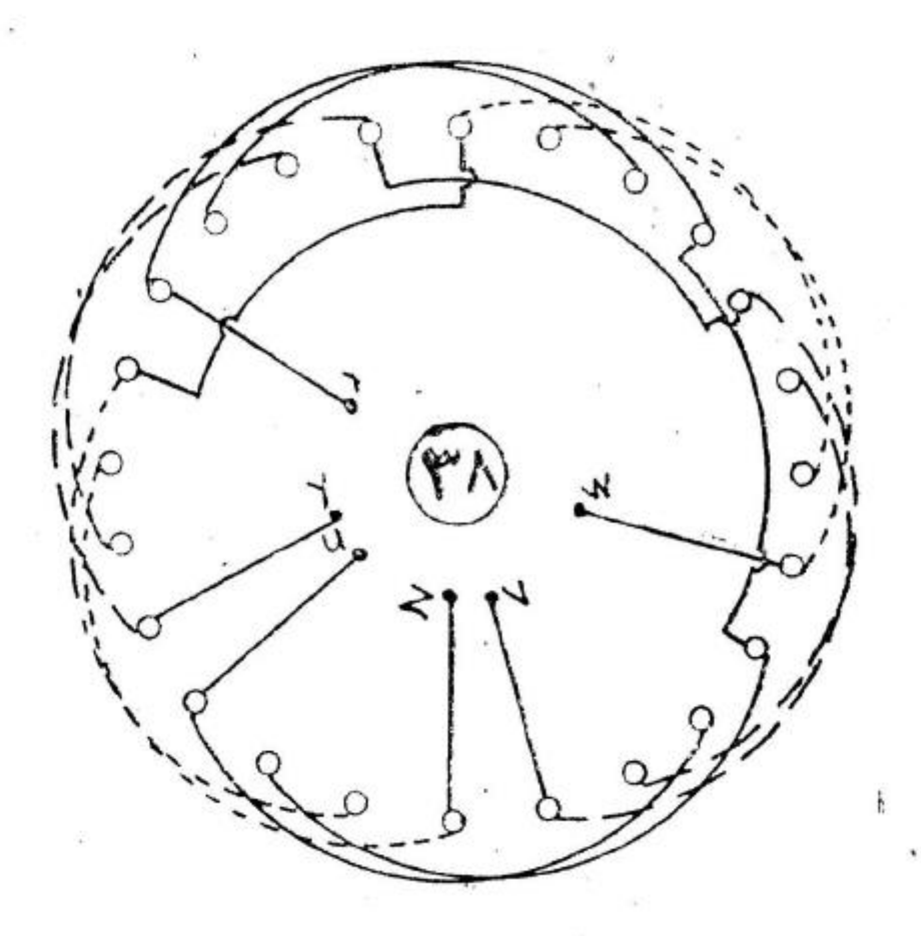
يُعدل عدد ملفات الوجه تحت القطب من ١ ½ مجرى الى ٢ مجرى ثم واحد مجرى وعلى هذا يكون الترتيب كالآتى :

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ |
|---|---|---|---|---|
| الوجه الاول | ٢ | ١ | ٢ | ١ |
| الوجه الثانى | ٢ | ١ | ٢ | ١ |
| الوجه الثالث | ٢ | ١ | ٢ | ١ |

ترتيب الاسقاط

اسقاط أول الاول ملفين ثم اسقاط آخر الثالث ملف ثم اسقاط أول الثانى ملفين وهكذا يستمر الاسقاط حسب الجدول .

**محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ أقطـــاب**




عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

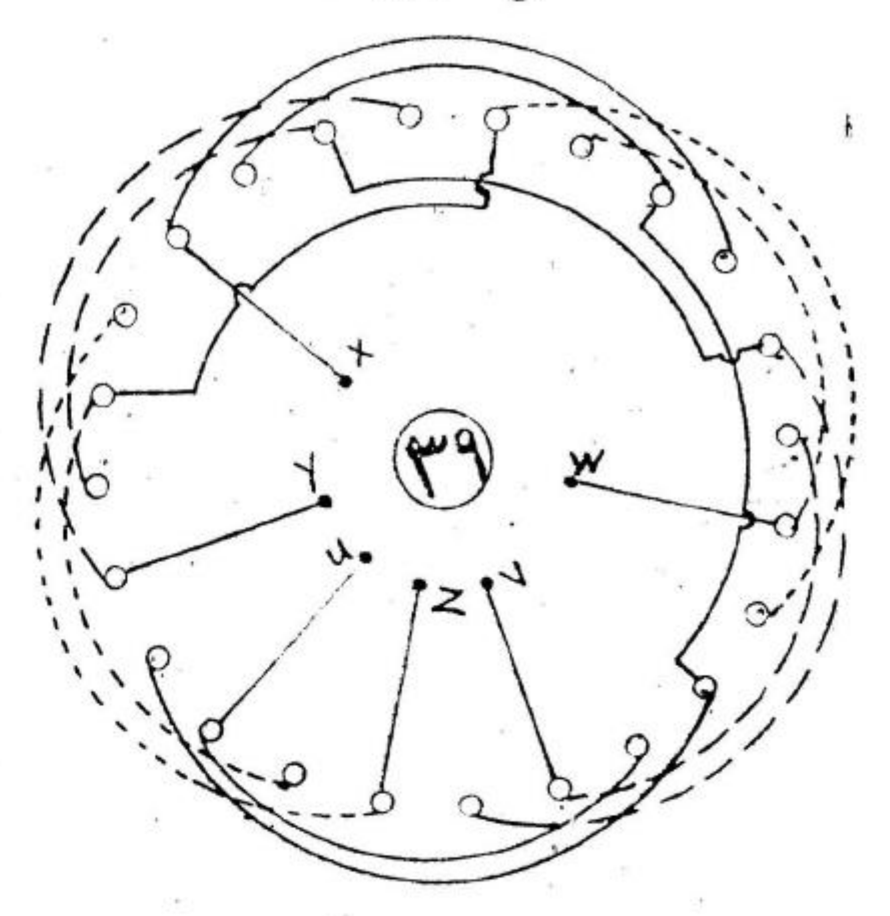
نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة = قطبيه + ١ = ٦ + ١ = ٧

## محرك ثلاثة اوجه ٢٤ مجرى ٤ اقطـــاب

### نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى

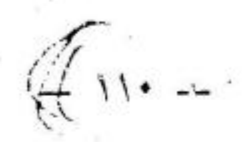
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانب واحد

نوع الخطوة متداخلة أى تحويل الثابتة الى عدد من الخطوات

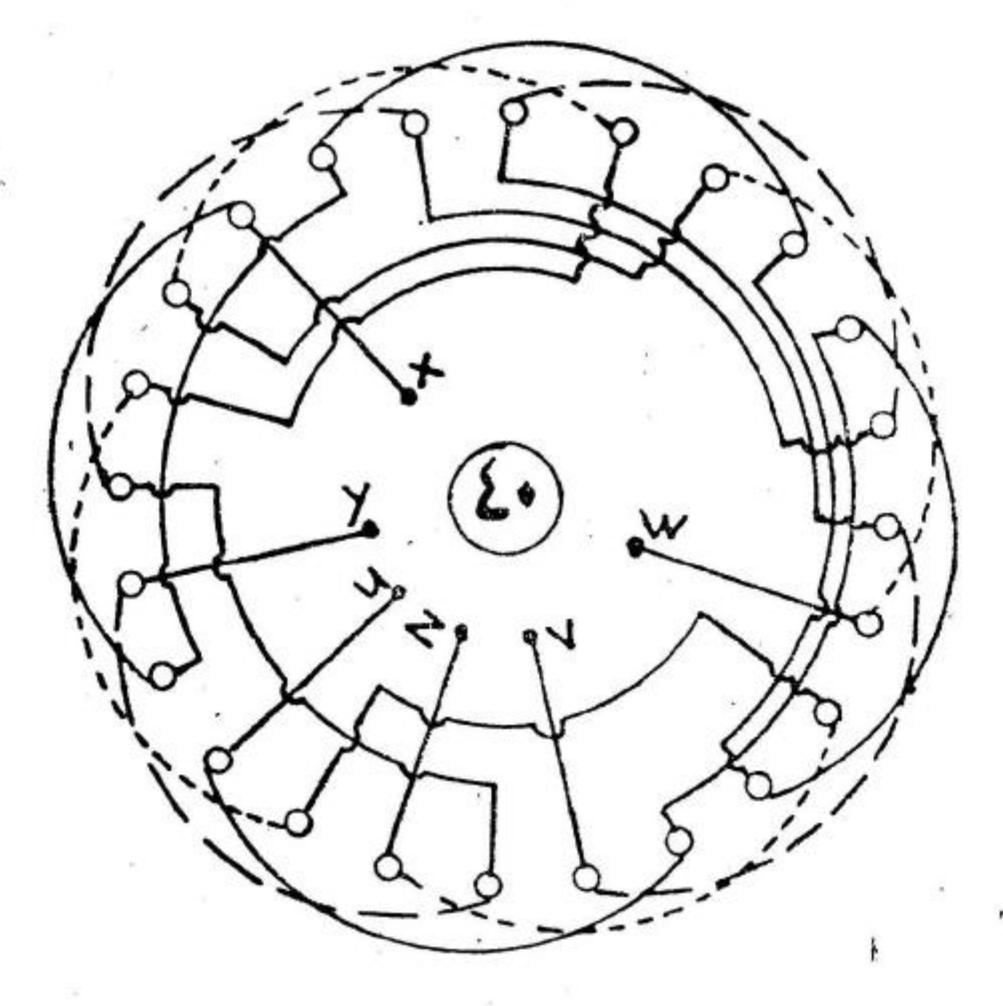
مقدار خطوة الملف الأصغر = ( عدد مجارى الوجه تحت القطب × ٢ ) + ٢ = ( ٢ × ٢ ) + ٢ = ٤ + ٢ = ٦

مقدار خطوة الملف الثانى = خطوة الملف الأول + ٢ = ٦ + ٢ = ٨




**محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ أقطـــاب**

**نوع آخر من اللف**




عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانب واحد

نوع الخطوة ثابتة ذات الجناحين أى تسمة مجارى الوجه تحت القطب

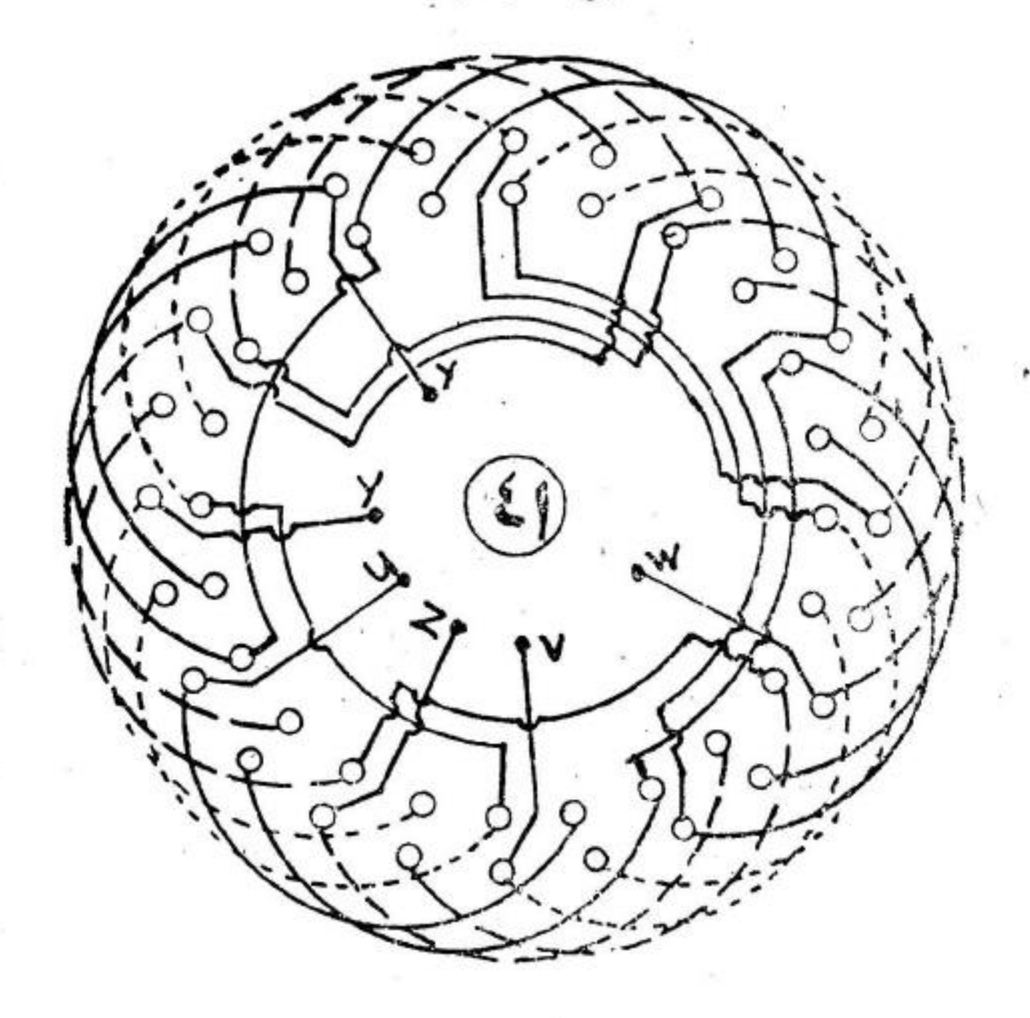
ملف يمين وآخر شمال

مقدار الخطوة قطبية = ١ — ٦

اسقاط الملفات فى هذهالطريقة اسقط ملف ثم اترك مجرى خالية ثم اسقط ملف وجه آخر ثم اترك مجرى ثم اسقط ملف وهكذا حتى يكتمل اللف.

**محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ أقطـــاب**

**نوع آخر من اللف**




عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

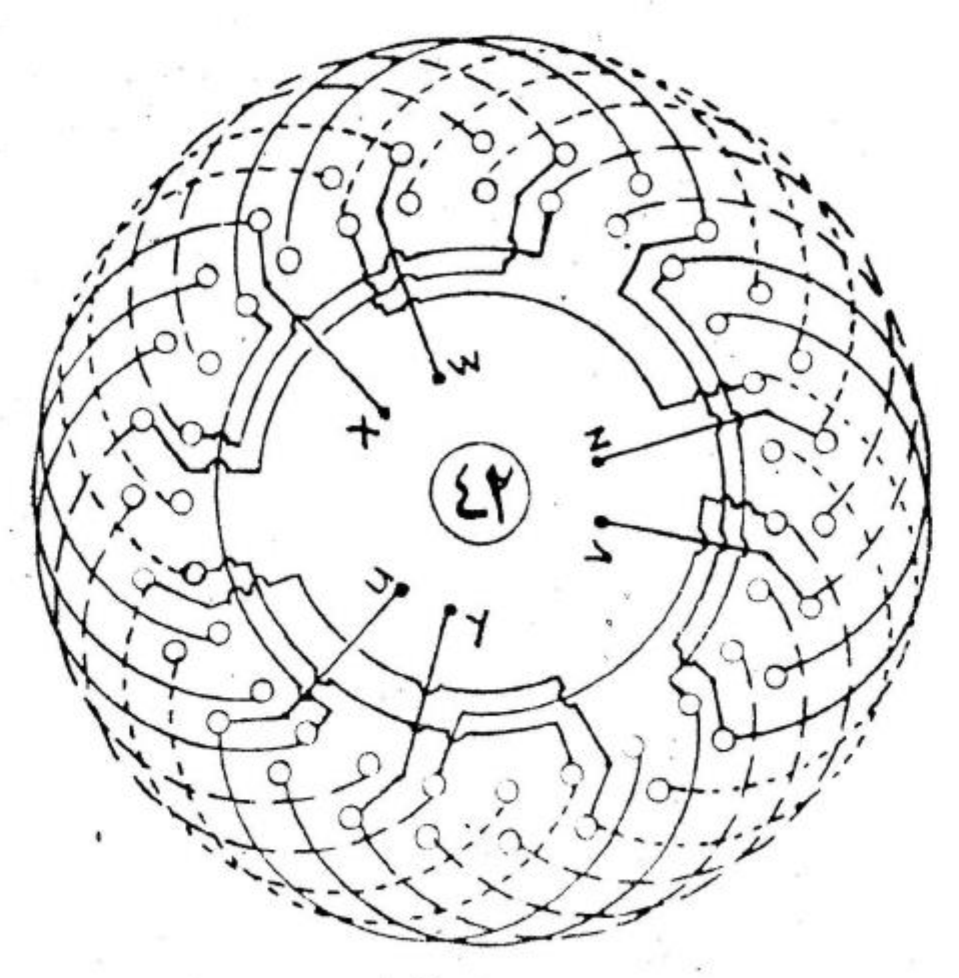
نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة مقدارها قطبية فقط أى ١ — ٦

يمكن تحويلها بطريقة لف آخر متداخلة ١ — ٥ ، ١ — ٧

فى هذه الطريقة يتواجد فى بعض المجارى جانبين لوجهين مختلفين

**محرك ثلاثة أوجه ٢٧ مجرى ٤ أقطـــاب**
**شاذ التقسيم جانبين فى المجرى**




عدد مجارى القطب = ٢٧ ÷ ٤ = ٦ ¾ مجرى

الخطوة = ١ — ٧

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٢٧ / ٤ ÷ ٣ = ٢ ¼ مجرى

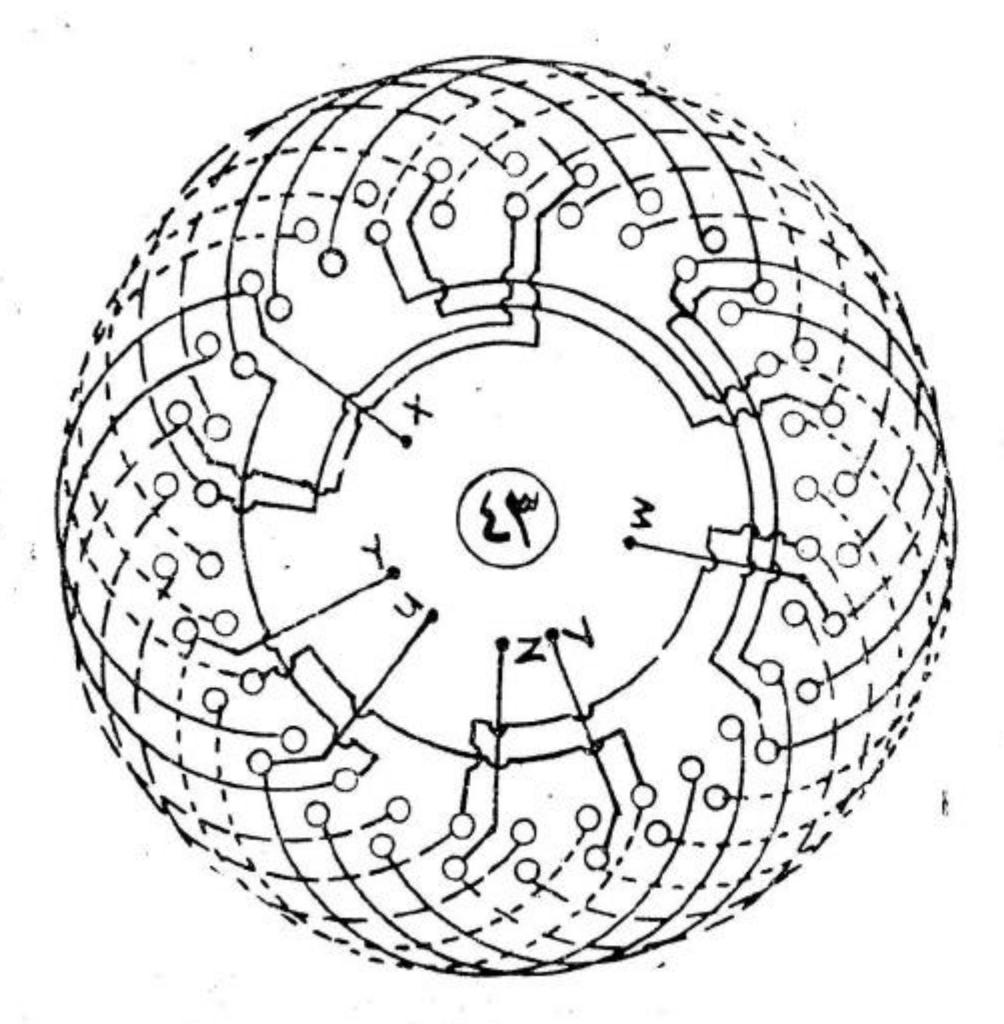
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ملفين فى ثلاثة أقطاب وثلاث ملفات فى قطب حسب الجدول الآتى

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ |
|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ٢ | ٢ | ٢ | ٣ |
| الوجه الثانى | ٢ | ٣ | ٢ | ٢ |
| الوجه الثالث | ٢ | ٢ | ٢ | ٣ |

ترتيب الاسقاط

اسقط اول الأول ملفين ثم آخر الثالث ثلاثة ملفات ثم أول الثانى ملفين ويستمر الاسقاط حسب الجدول على أساس الوجه الأول ثم الثالث ثم الثانى مع مراعاة بداية كل وجه .

**محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٤ أقطـــاب**
**شاذ التقسيم جانبين فى المجرى**




عدد مجارى القطب = ٣٠ ÷ ٤ = ٧ ½ مجرى

الخطوة = ١ — ٨

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $\frac{٣٠}{٤}$ ÷ ٣ = ٢ ½ مجرى

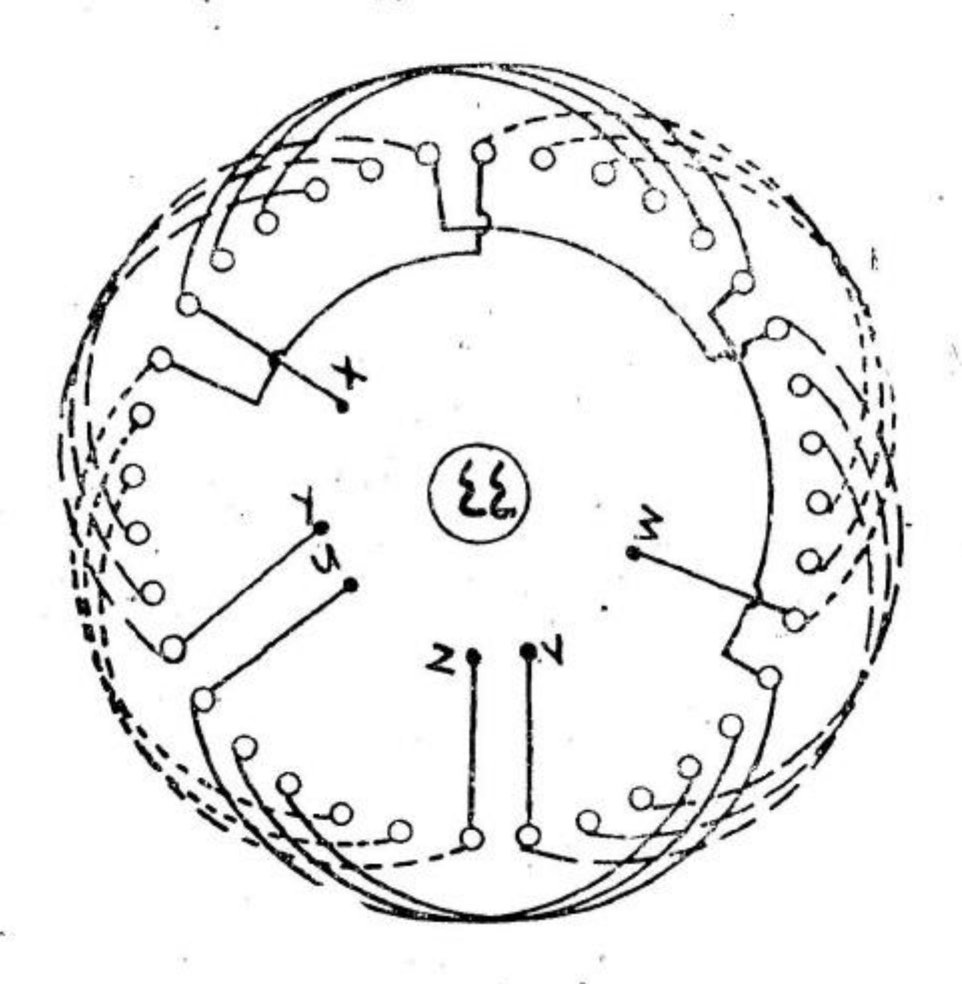
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ملفين وثلاثة ملفات حسب ترتيب الجدول الآتى :

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ |
|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ٣ | ٢ | ٣ | ٢ |
| الوجه الثانى | ٣ | ٢ | ٣ | ٢ |
| الوجه الثالث | ٣ | ٢ | ٣ | ٢ |

ترتيب الاسقاط

اسقط اول الأول ثلاثة ملفات ثم آخر الثالث ملفين ثم أول الثانى ثلاثة ملفات ثم ثانى الأول ملفين ثم اول الثالث ثلاثة ملفات وهكذا حتى يكتمل اللف مع مراعاة بداية كل وجه .

## محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ اقطاب




عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى

نوع اللف جانب واحد فى المجرى

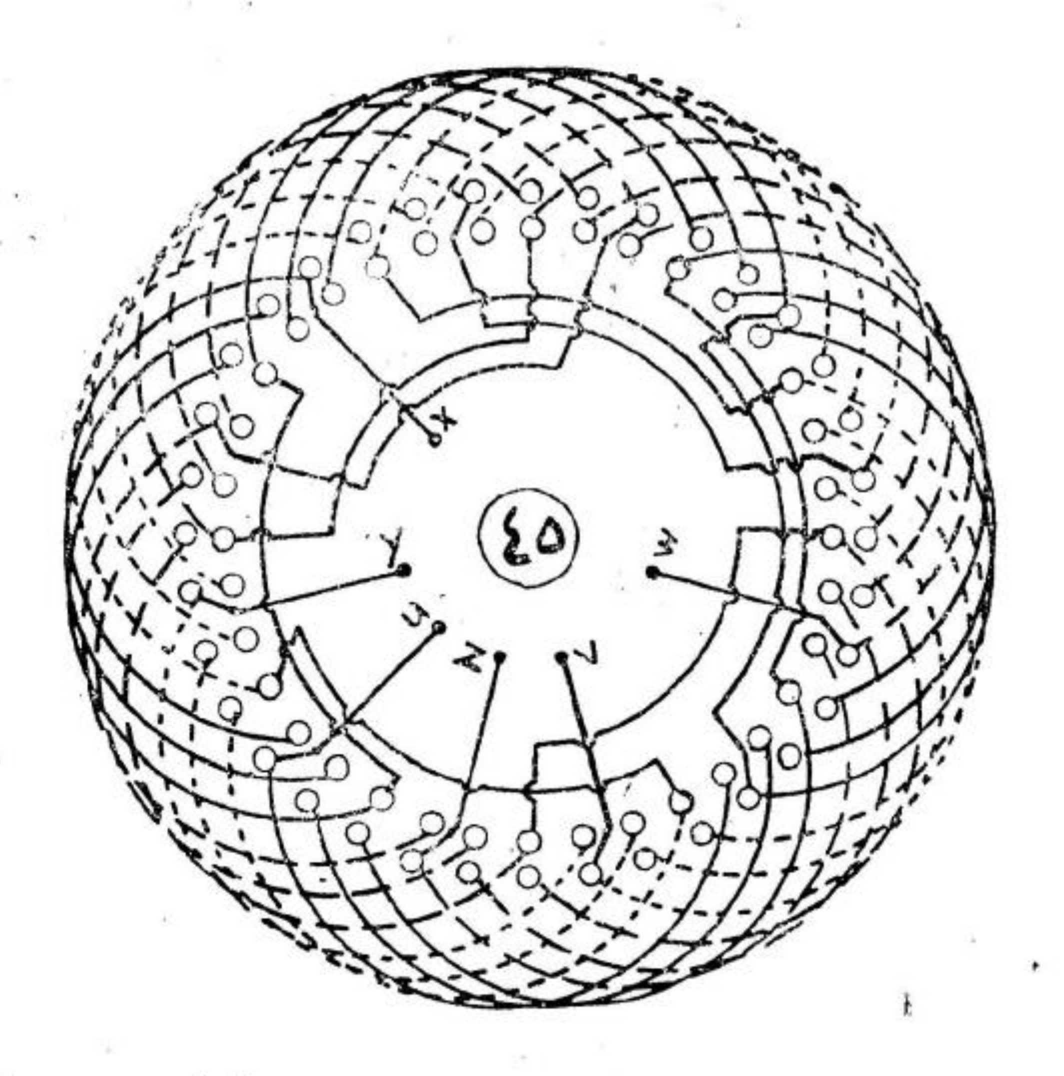
نوع الخطوة ثابتة

مقدار الخطوة = قطبية + ١ = ٩ + ١ = ١٠

يمكن تحويل الخطوة الى ثابتة ذات الجناحين على أساس ملفين الخطوة ( ١ — ٩ ) وملف الخطوة فى اتجاه آخر ١ — ٨

## محرك ثلاثة اوجه ٣٦ مجرى ٤ اقطـــاب

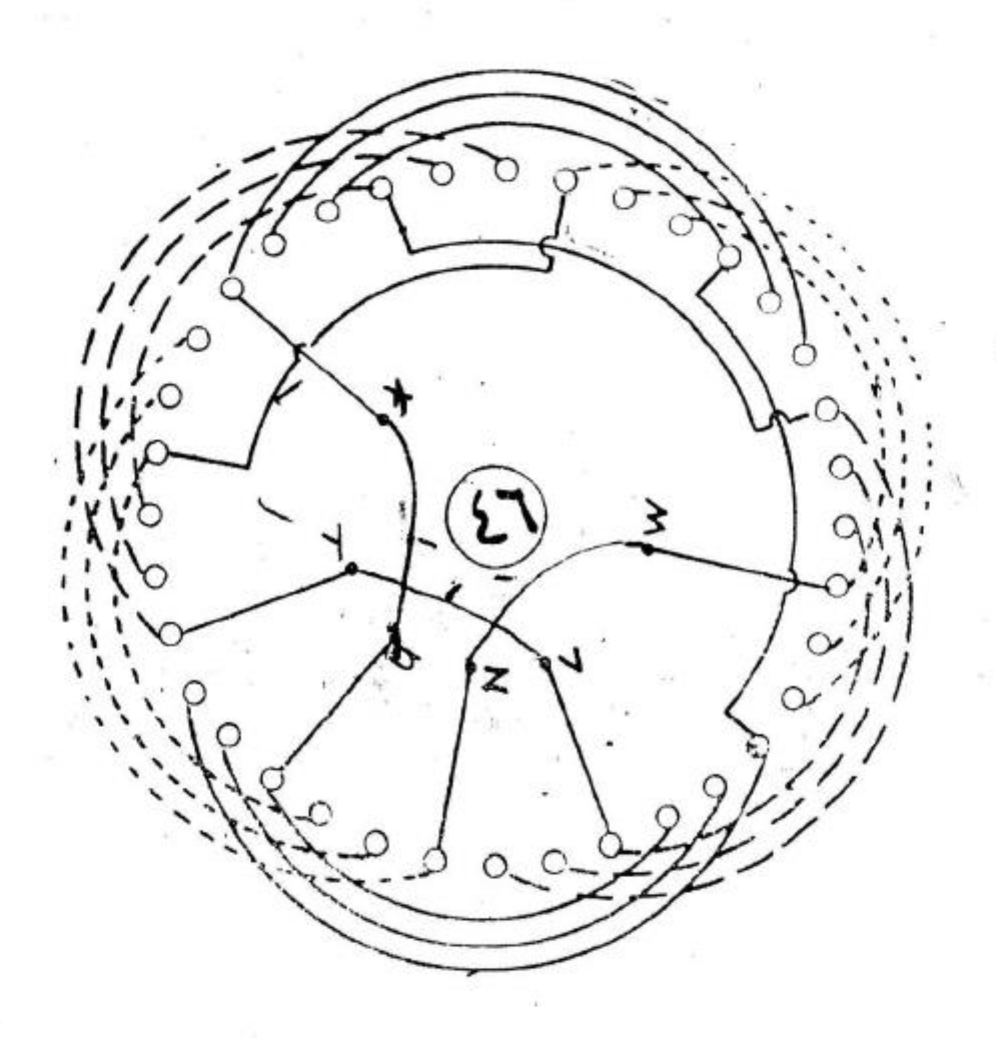
### نوع آخر من اللف




التقسيم فى هذا اللف لم يتغير فيه عدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب ومقدار الخطوة ولكن الذى تغير هو نوع اللف بدلا من جانب واحد اصبح جانبين فى المجرى خطوة مقدارها ١ — ١٠

**محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ أقطـــاب**

**نوع آخر من اللف**



عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى

نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة متداخلة

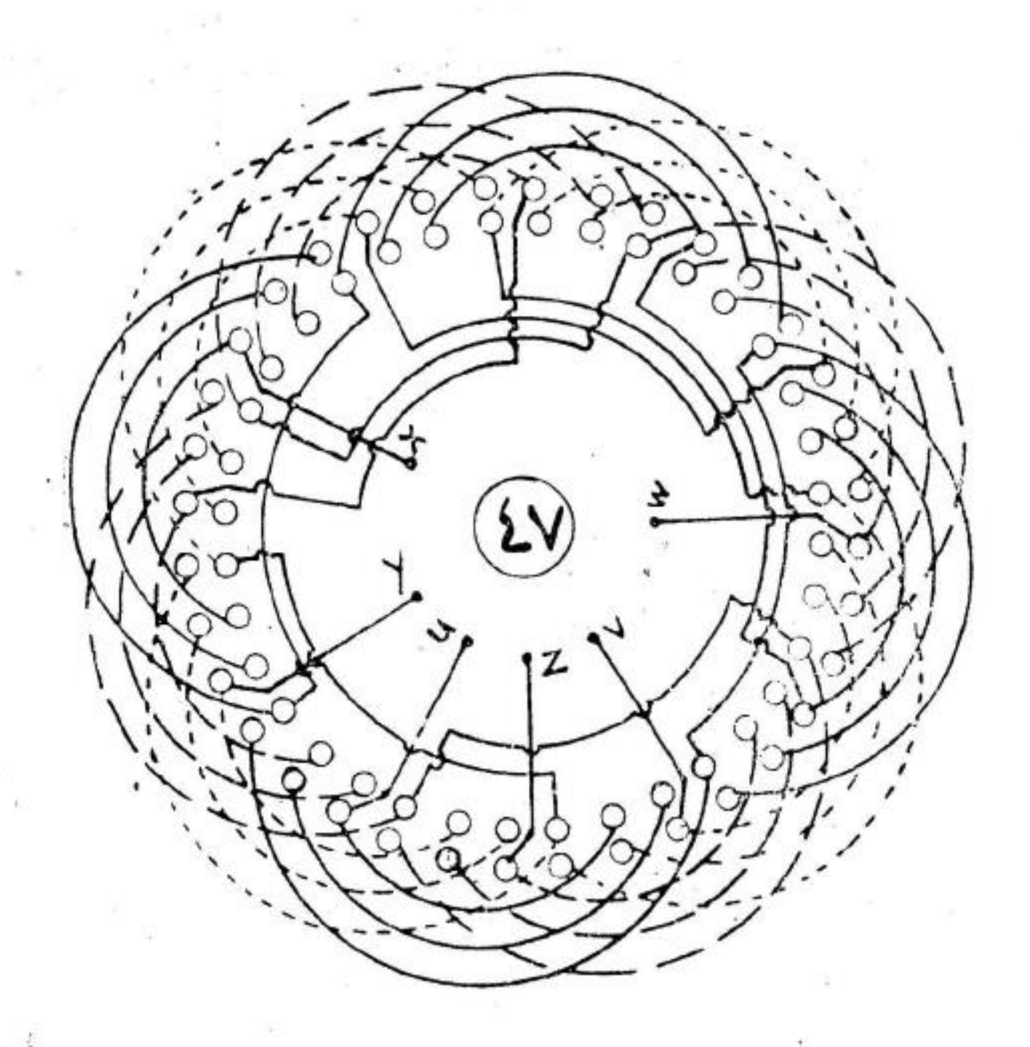
خطوة الملف الأصغر = ( عدد مجارى الوجه تحت القطب × ٢ ) + ٢
= ( ٣ × ٢ ) + ٢ = ٦ + ٢ = ٨

خطوة الملف الثانى = خطوة الملف الأصغر + ٢ = ٨ + ٢ = ١٠

خطوة الملف الثالث = خطوة الملف الثانى + ٢ = ١٠ + ٢ = ١٢

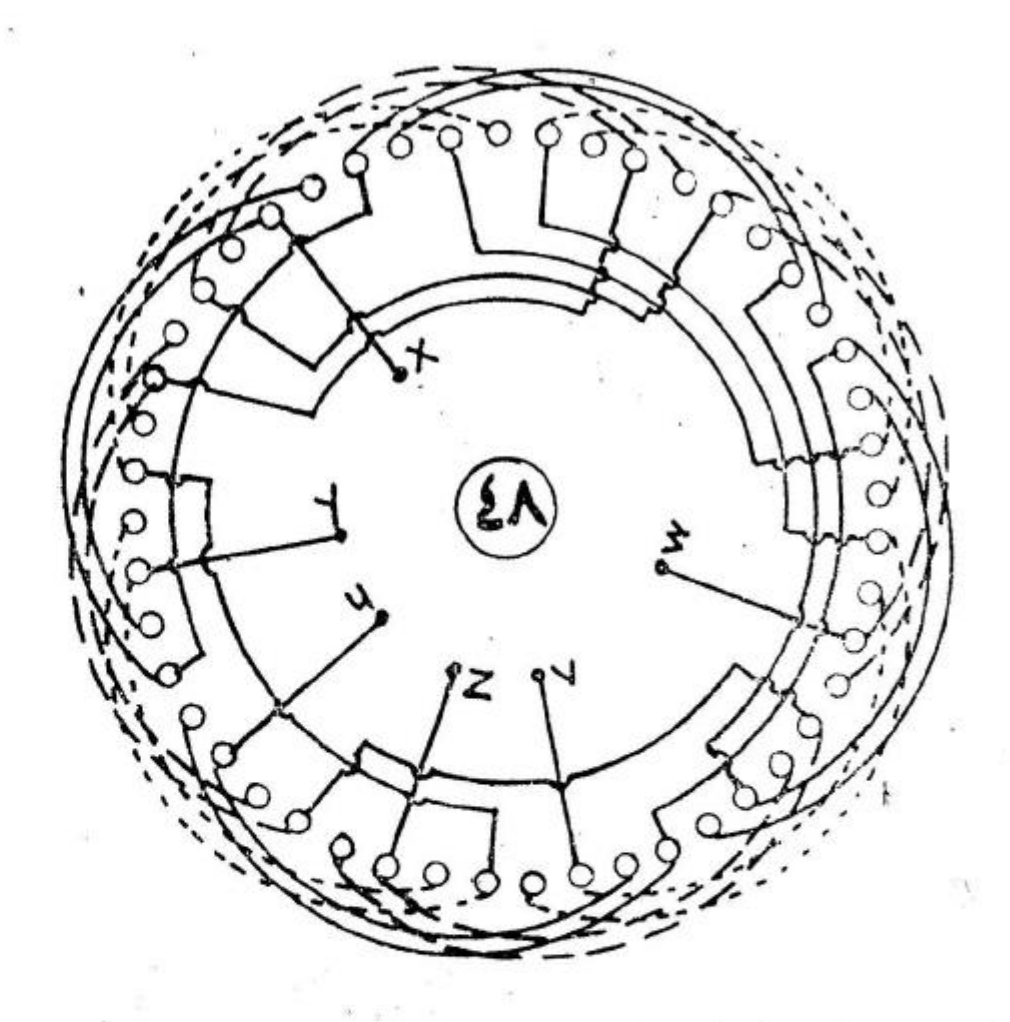
## محرك ثلاثه أوجه ٣٦ مجرى ٤ أقطـــاب

### نوع آخر من اللف




التقسيم فى هذا اللف ثابت لم يتغير الا أن نوع اللف بدلا من جانب واحد متداخل أصبح جانبين فى المجرى بنوع خطوة متداخلة ٦ — ٨ — ١٠ ويترتب على هذا الاختلاف فى مقدار الخطوة على تواجد جانبين لوجهين مختلفين فى المجرى .

## محرك ثلاثة أوجه ٤٨ مجرى ٤ اقطـــاب




عدد مجارى القطب = ٤٨ ÷ ٤ = ١٢ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٢ ÷ ٣ = ٤ مجرى

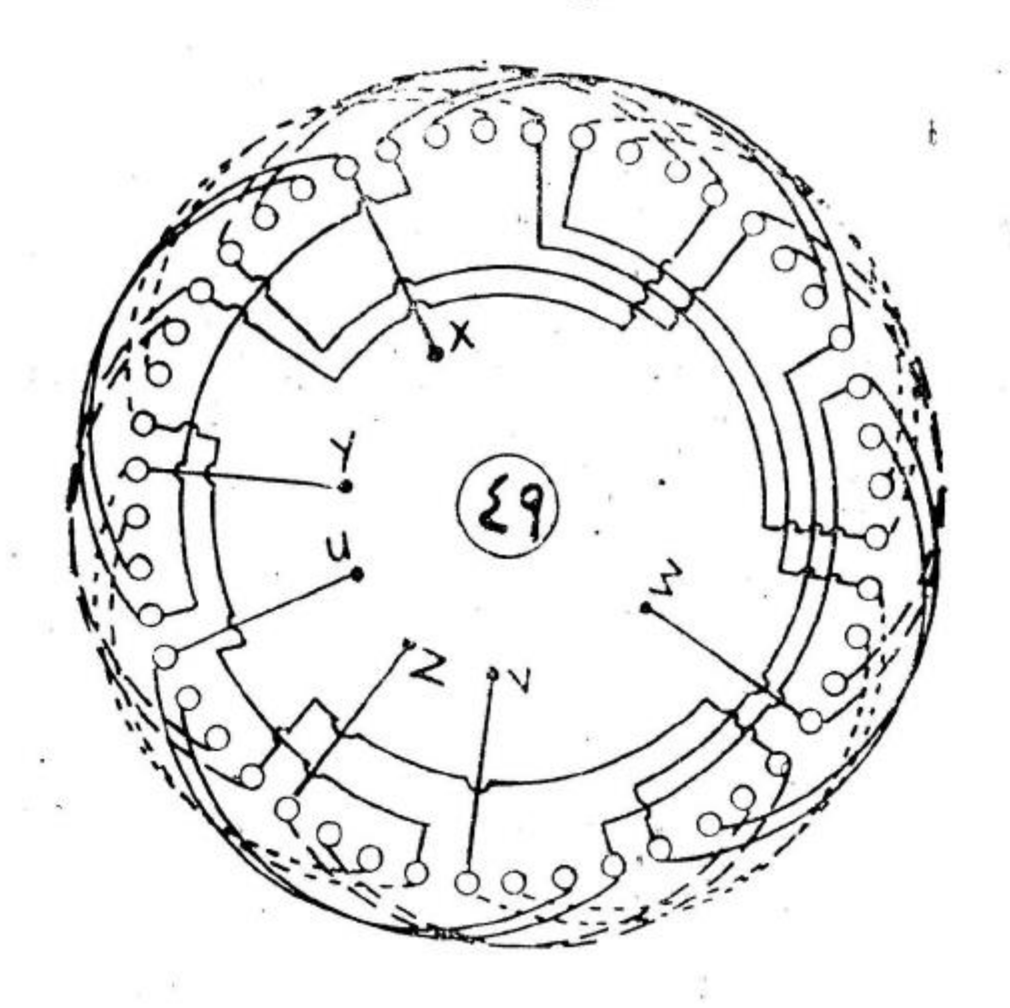
نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة متداخلة ذات الجناحين اى ملفين فى اتجاه وملفين فى اتجاه آخر .

مقدار الخطوة الملف الأصغر = ١ — ١٠ والملف الثانى = ١ — ١٢

## محرك ثلاثة اوجه ٤٨ مجرى ٤ اقطـــاب

### نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ٤٨ ÷ ٤ = ١٢ مجرى

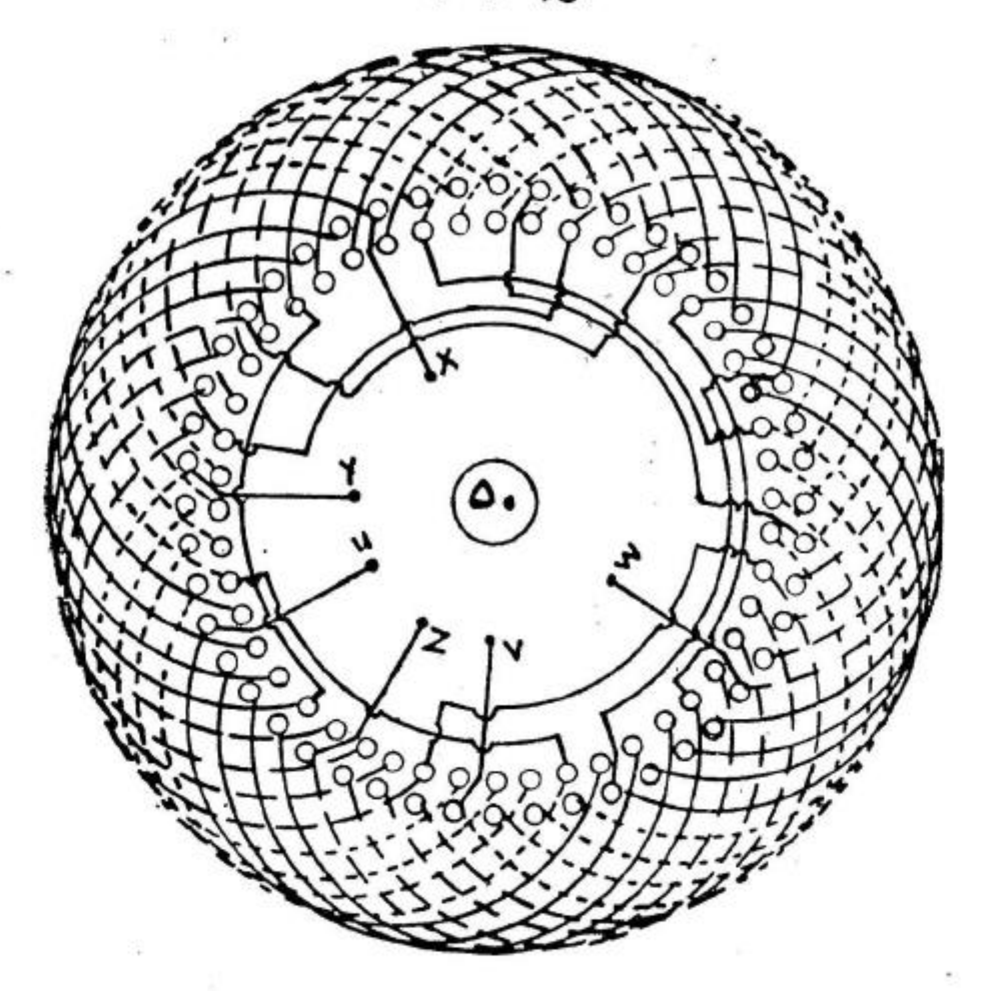
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٢ ÷ ٣ = ٤ مجرى

نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة ذاتجناحين ملفين يمين وملفين شمال مقدار الخطوة ١ — ١١

**محرك ثلاثة أوجه ٤٨ مجرى ٤ أقطـــاب**

**نوع آخر من اللف**




عدد مجارى القطب = ٤٨ ÷ ٤ = ١٢ مجرى

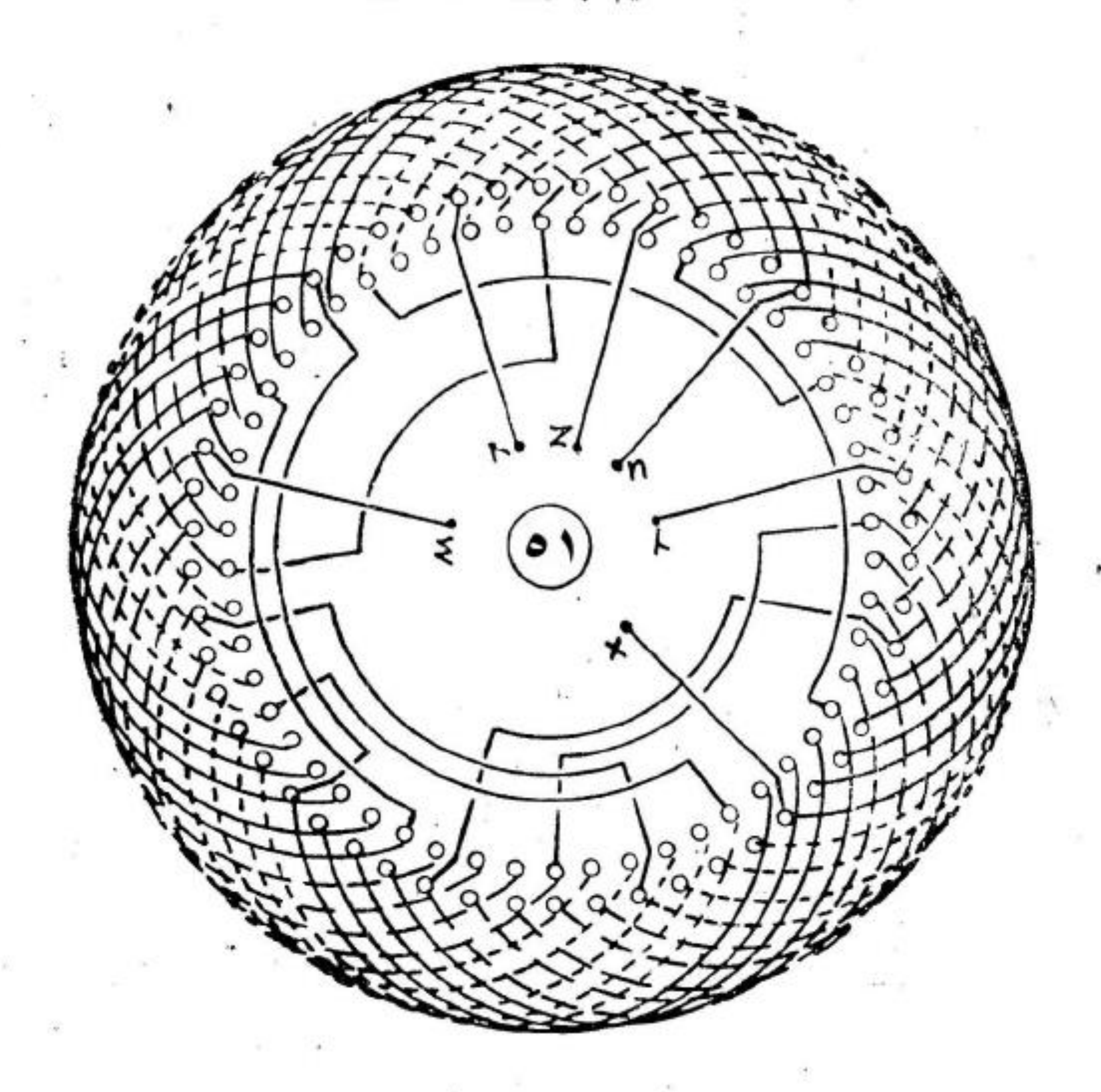
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ١٢ ÷ ٣ = ٤ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة قطبية + ١

مقدار الخطوة = ١٢ + ١ = ١ — ١٣

**محرك ثلاثة أوجه ٥٤ مجرى ٤ أقطـــاب**
**شاذ التقسيم جانبين فى المجرى**




عدد مجارى التطب = ٥٤ ÷ ٤ = ١٢ ½ مجرى

الخطوة = ١ — ١٤

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $\frac{٥٤}{٤}$ ÷ ٣ = ٤ ½ مجرى

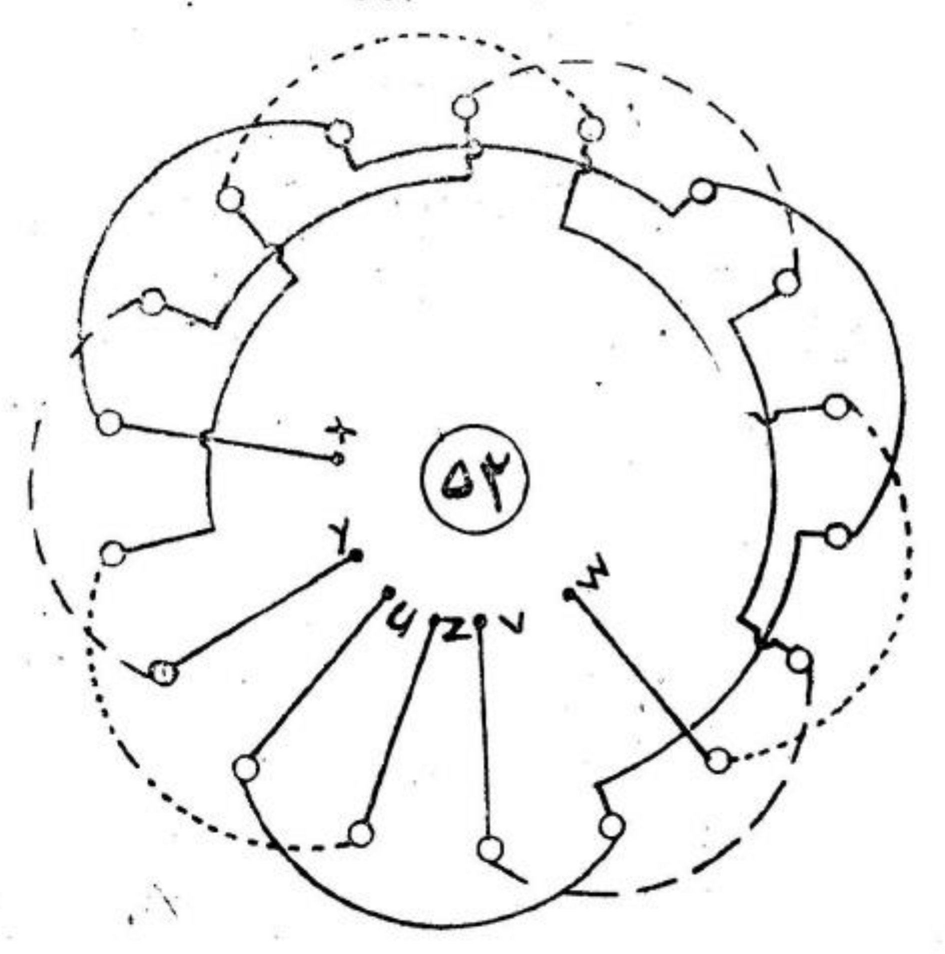
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ٤ ، ٥ ، ٤ ، ٥ حسب الجدول :

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ |
|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ٤ | ٥ | ٤ | ٥ |
| الوجه الثانى | ٤ | ٥ | ٤ | ٥ |
| الوجه الثالث | ٤ | ٥ | ٤ | ٥ |

ترتيب اسقاط الملفات

ابدا باسقاط أول الأول ٤ ملفات ثم آخر الثالث ٥ ملفات ثم أول الثانى ٤ ملفات ثم ثانى الأول ٥ ملفات م أول الثالث ٤ ملفات ثم ثانى الثانى ٥ ملفات وهكذا حتى ينتهى الملف .

**محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٦ اقطـــاب**




عدد مجارى التطب = ١٨ ÷ ٦ = ٣ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

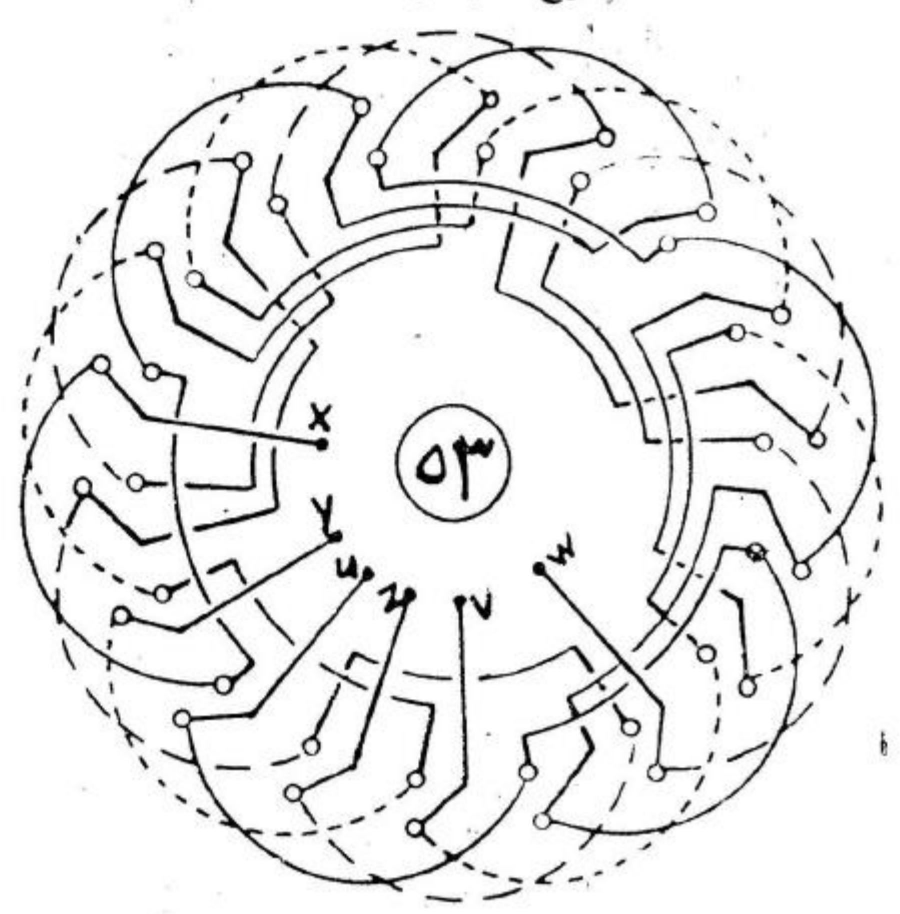
نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة أى قطبية + ١

مقدار الخطوة = ١ + ٣ = ١ — ٤

## محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٦ اقطاب

### نوع آخر من اللف



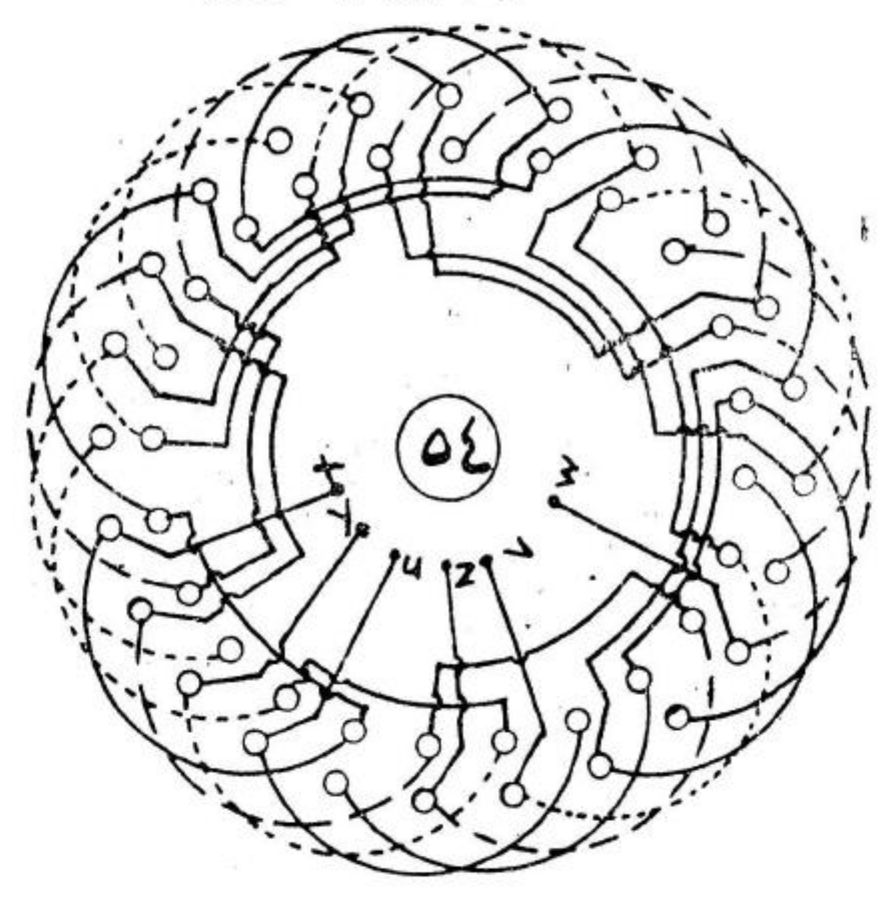

عدد مجارى القطب = ١٨ ÷ ٦ = ٣ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة مقدارها = قطبية + ١ = ٣ + ١ = ١ — ٤

**محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٦ أقطـــاب**
**شاذ التقسيم جانبين فى المجرى**



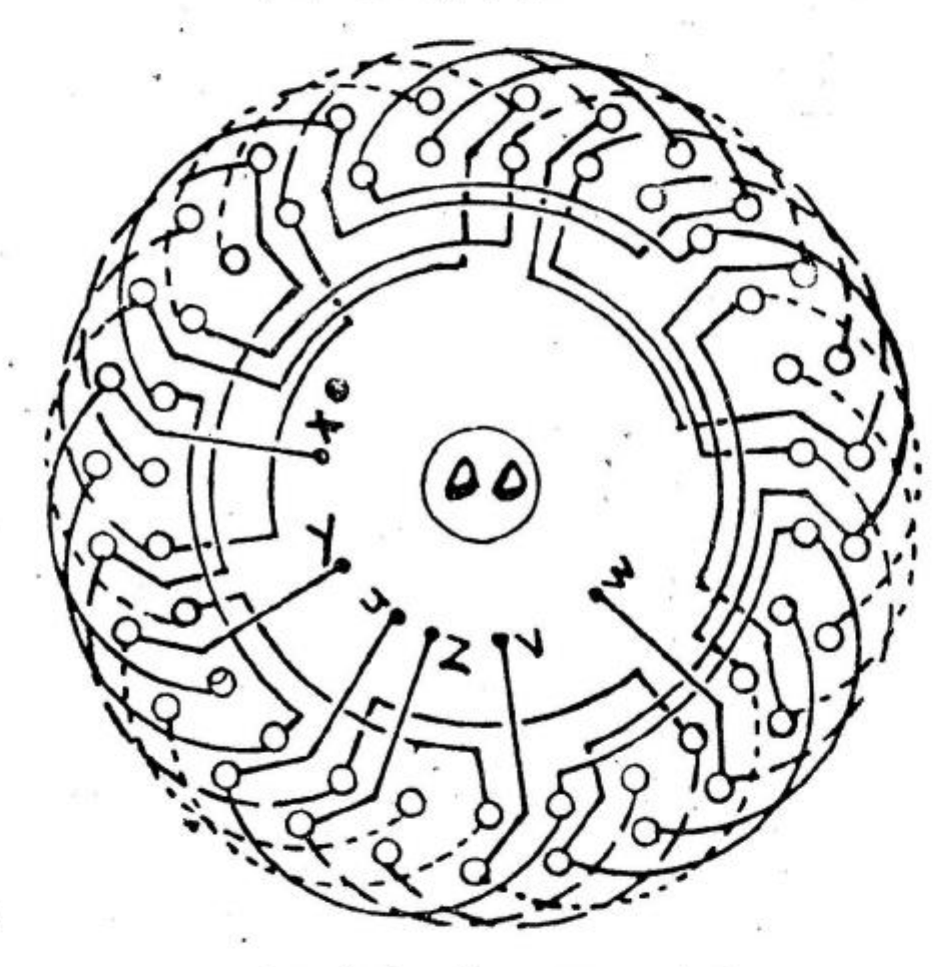

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٦ = ٤ مجرى
الخطوة = ١ — ٥
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ ÷ ٣ = ١ ⅓ مجرى
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ٢ ، ٢ ، ١ ، ١ ، ١ ، ١
حسب الجدول :

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ٢ | ٢ | ١ | ١ | ١ | ١ |
| الوجه اثانى | ١ | ١ | ١ | ٢ | ٢ | ١ |
| الوجه الثالث | ٢ | ٢ | ١ | ١ | ١ | ١ |

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط أول الأول ملفين ثم آخر الثالث ملف واحد ثم أول الثانى ملف واحد ثم ثانى الأول ملفين ثم أول الثالث ملفين ثم ثانى الثانى ملف واحد وهكذا حتى ينتهى اللف .

## محرك ثلاثة أوجه ٢٧ مجرى ٦ أقطـــاب
## شاذ التقسيم جانبين فى اجرى




عدد مجارى القطب = ٢٧ ÷ ٦ = ٤ ½ مجرى

الخطوة = ١ — ٥

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $\frac{٩}{٢}$ ÷ ٣ = ١ ½ مجرى

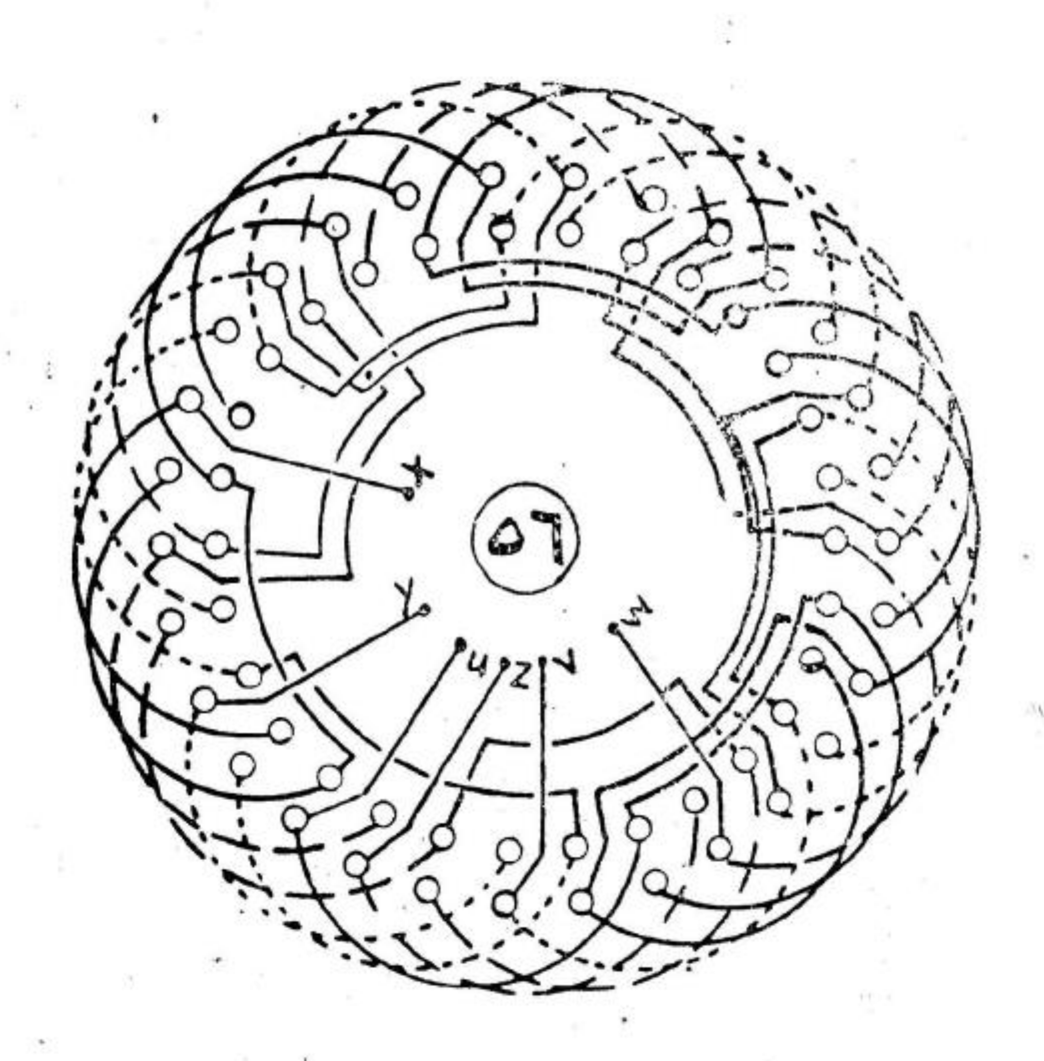
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ١ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ ، ٢ حسب الجـدول :

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ |
| الوجه الثانى | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ |
| الوجه الثالث | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ |

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط اول الأول ملف واحد ثم آخر الثالث ملفين ثم أول الثانى ملف واحـــد ثم ثانى الأول ملفين ثم أول الثــــالث ملـــف واحد ثم ثانى الثانى ملفين وهكذا حتى ينتهى اللف .

## محرك ثلاثة اوجه ٣٠ مجرى ٦ أقطـاب
## شاذ التقسيم جانبين فى المجرى




عدد مجارى القطب = ٣٠ ÷ ٦ = ٥ مجرى

الخطوة = ١ — ٦

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٥ ÷ ٣ = ٢/٣ ١ مجرى

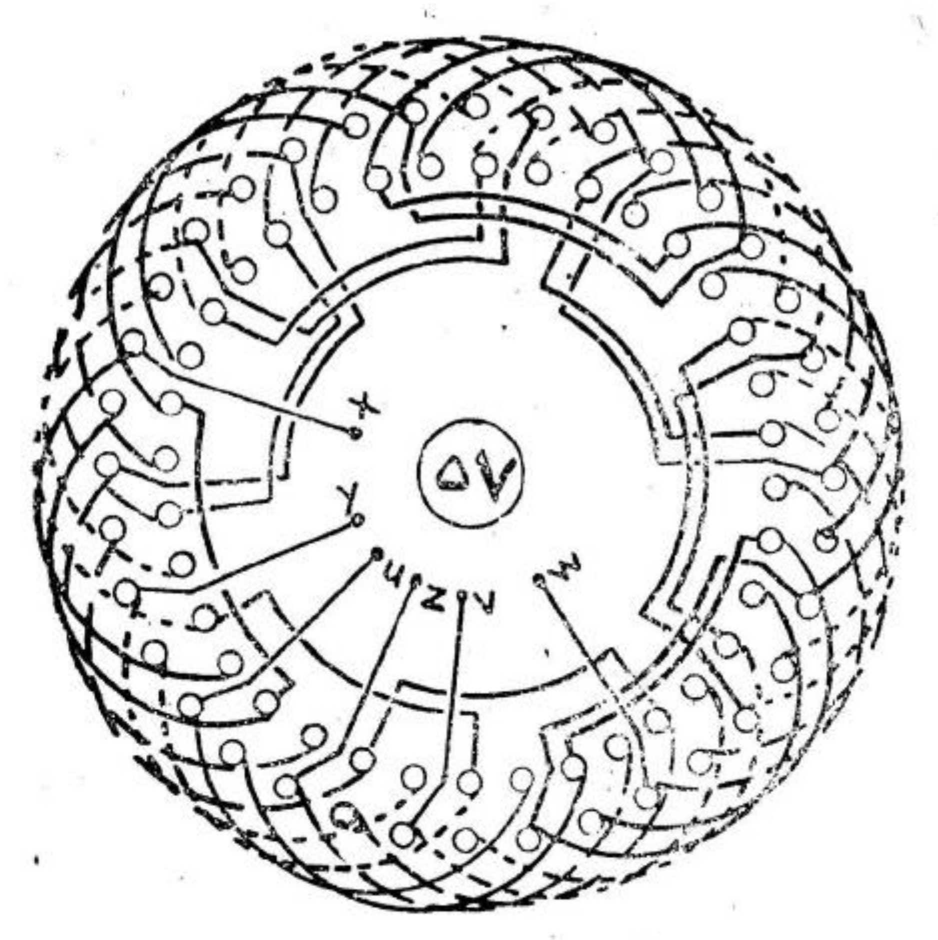
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ١ ، ٢ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ٢ حسب الجدول

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ١ | ٢ | ٢ | ١ | ٢ | ٢ |
| الوجه الثانى | ١ | ٢ | ٢ | ١ | ٢ | ٢ |
| الوجه الثالث | ١ | ٢ | ٢ | ١ | ٢ | ٢ |

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط أول الأول ملف واحد ثم آخر الثالث ملفين ثم أول الثانى ملف ثم ثانى الأول ملفين ثم أول الثالث ملف واحد ثم ثانى الثانى ملفين وهكذا حتى ينتهى اللف .

**محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ اقطـــاب**




عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى

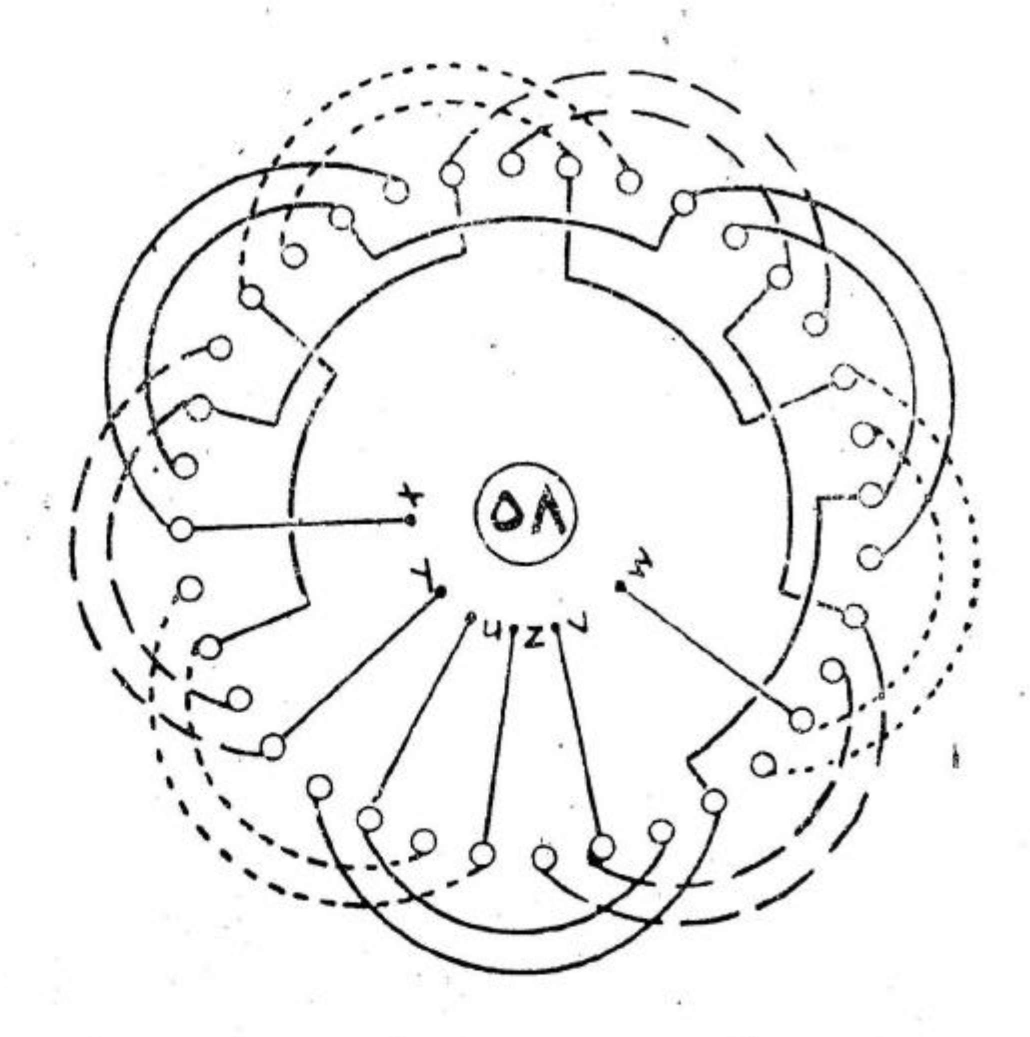
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة قطبية + ١ = ٦ + ١ = ١ — ٧

**محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ أقطـــاب**

**نوع آخر من اللف**




عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانب واحد فى المجرى

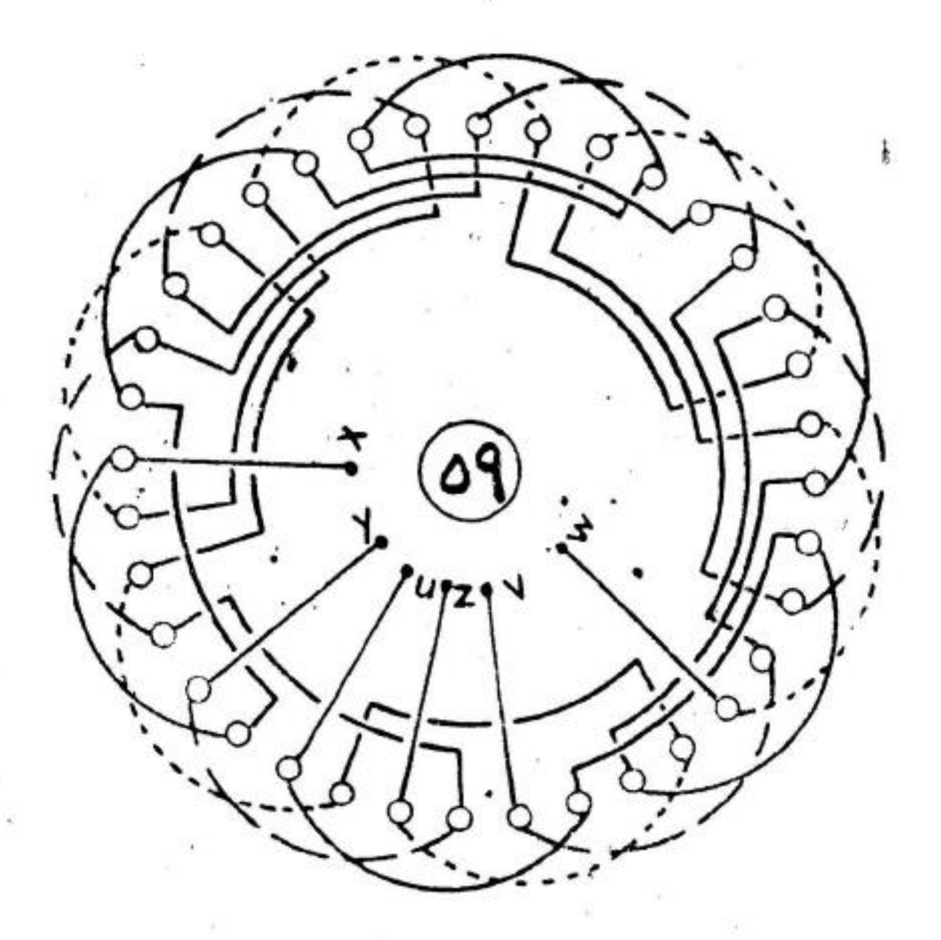
نوع الخطوة متداخلة

خطوة الملف الأصغر = ( عدد مجارى الوجه تحت القطب × ٢ ) + ٢
= ( ٢ × ٢ ) + ٢ = ٤ + ٢ = ٦

خطوة الملف الثانى = خطوة الملف الأصغر + ٢ = ٦ + ٢ = ٨

## محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ اقطاب

### نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانب واحد فى المجرى

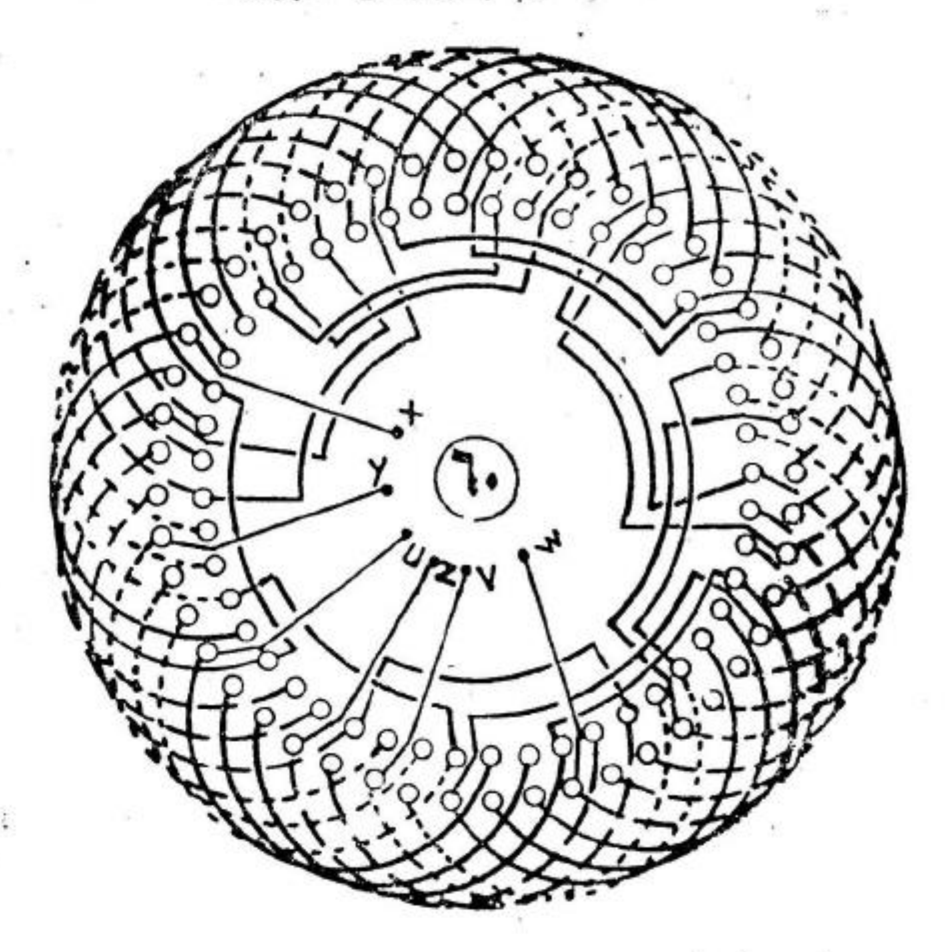
نوع الخطوة ثابتة قطبية فقط ذات الجناحين

مقدار الخطوة ( ١ — ٦ ) ملف يمين وملف شمال .

طريقة اسقاط الملفات اسقط ملف ثم اترك مجرى خالية ثم اسقط ملف ثم اترك مجرى وهكذا حتى يكتمل اللف مع مراعاة بعد البدايات للأوجه الثلاثة .

## محرك ثلاثة أوجه ٤٨ مجرى ٦ أقطـــاب

## شاذ التقسيم جانبين فى المجرى




عدد مجارى القطب = ٤٨ ÷ ٦ = ٨ مجرى

الخطوة = ١ — ٩

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٨ ÷ ٣ = ٢ ⅔ مجرى

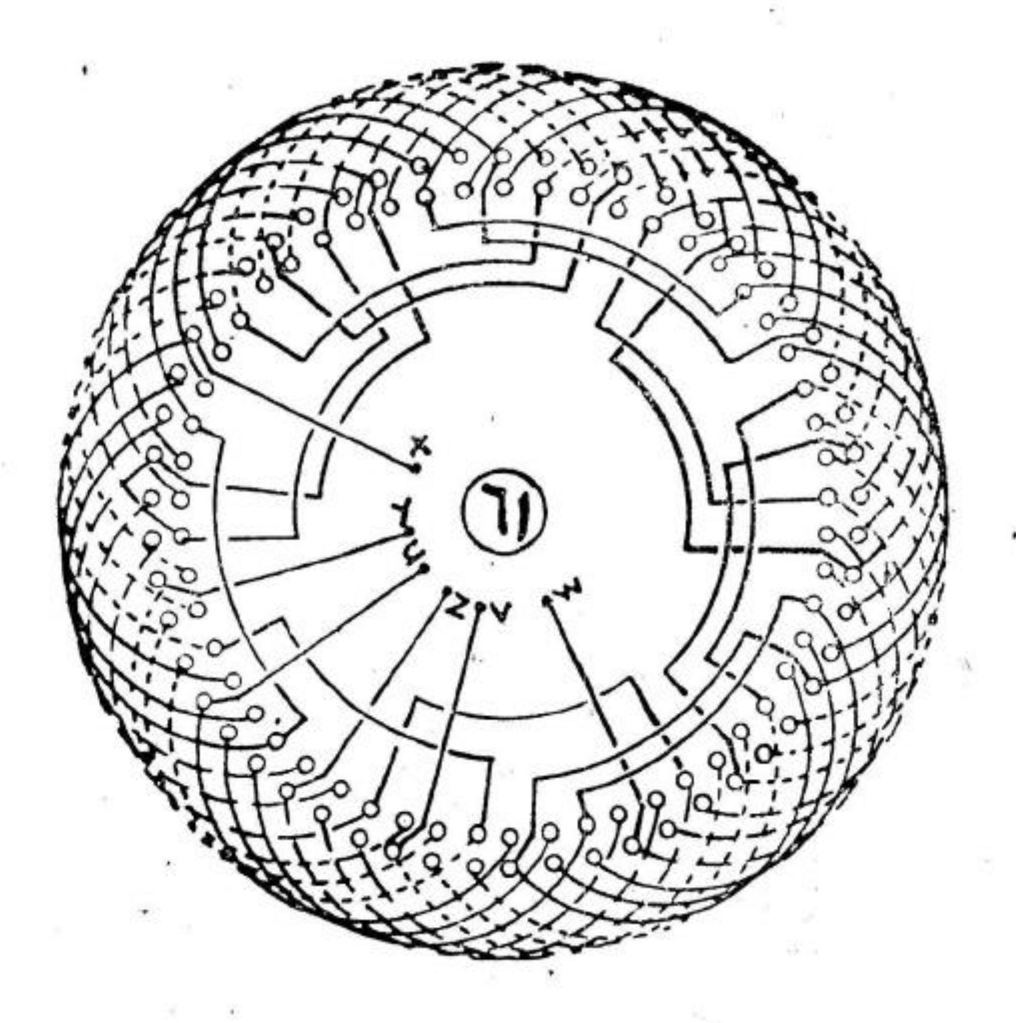
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ٣ ، ٣ ، ٢ ، ٣ ، ٣ ، ٢ حسب الجـــدول :

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ٣ | ٣ | ٢ | ٣ | ٣ | ٢ |
| الوجه الثانى | ٢ | ٣ | ٣ | ٢ | ٣ | ٣ |
| الوجه الثالث | ٣ | ٢ | ٢ | ٣ | ٣ | ٢ |

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط أول الأول ثلاثة ملفات ثم آخر الثالث ملفين ثم أول الثانى ملفين ثم ثانى الأول ثلاثة ملفات ثم أول الثالث ثلاثة ملفـــات ثم ثانى الثانى ثلاثة ملفات وهكذا حتى ينتهى اللف .

## محرك ثلاثة أوجه ٥٤ مجرى ٦ أقطاب




عدد مجارى القطب = ٥٤ ÷ ٦ = ٩ مجرى

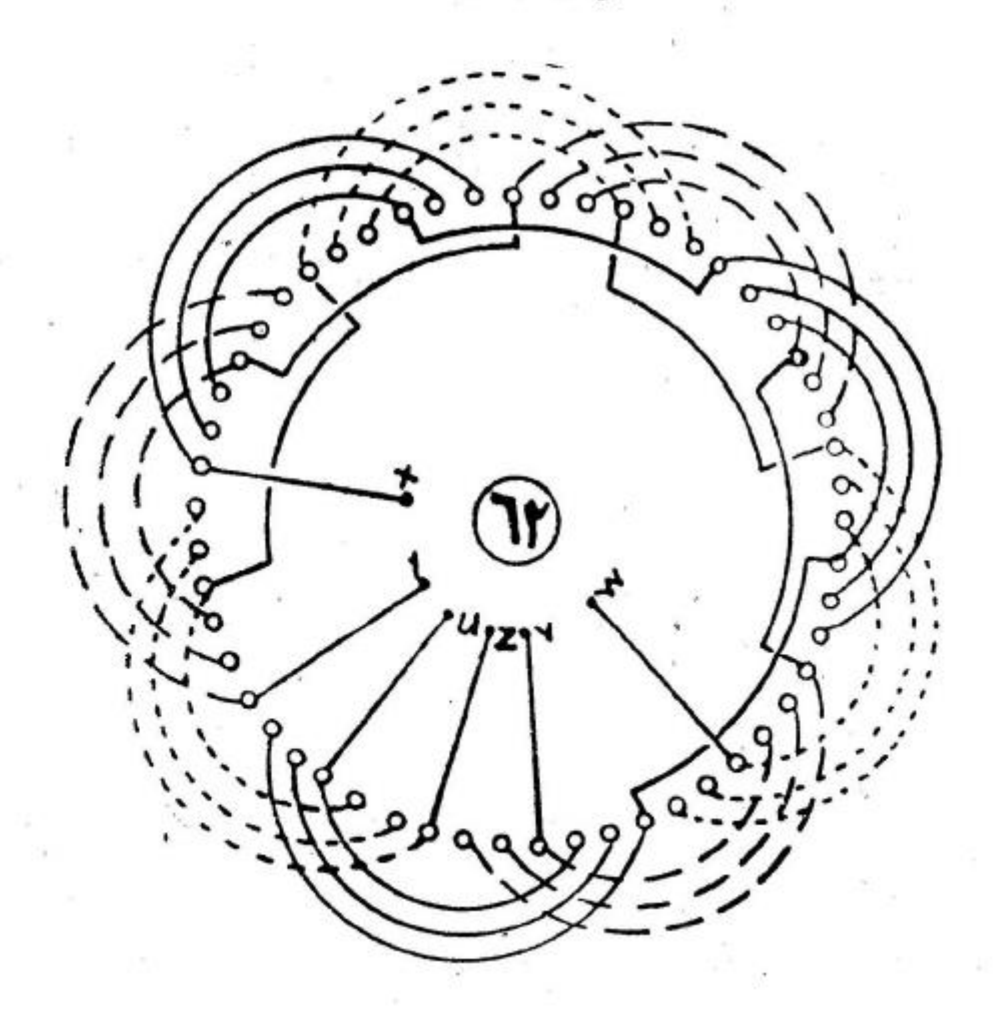
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة قطبية + ١ = ٩ + ١ = ١ — ١٠

## محرك ثلاثة أوجه ٥٤ مجرى ٦ أقطاب

### نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ٥٤ ÷ ٦ = ٩ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٩ ÷ ٣ = ٣ مجرى

نوع اللف جانب واحد

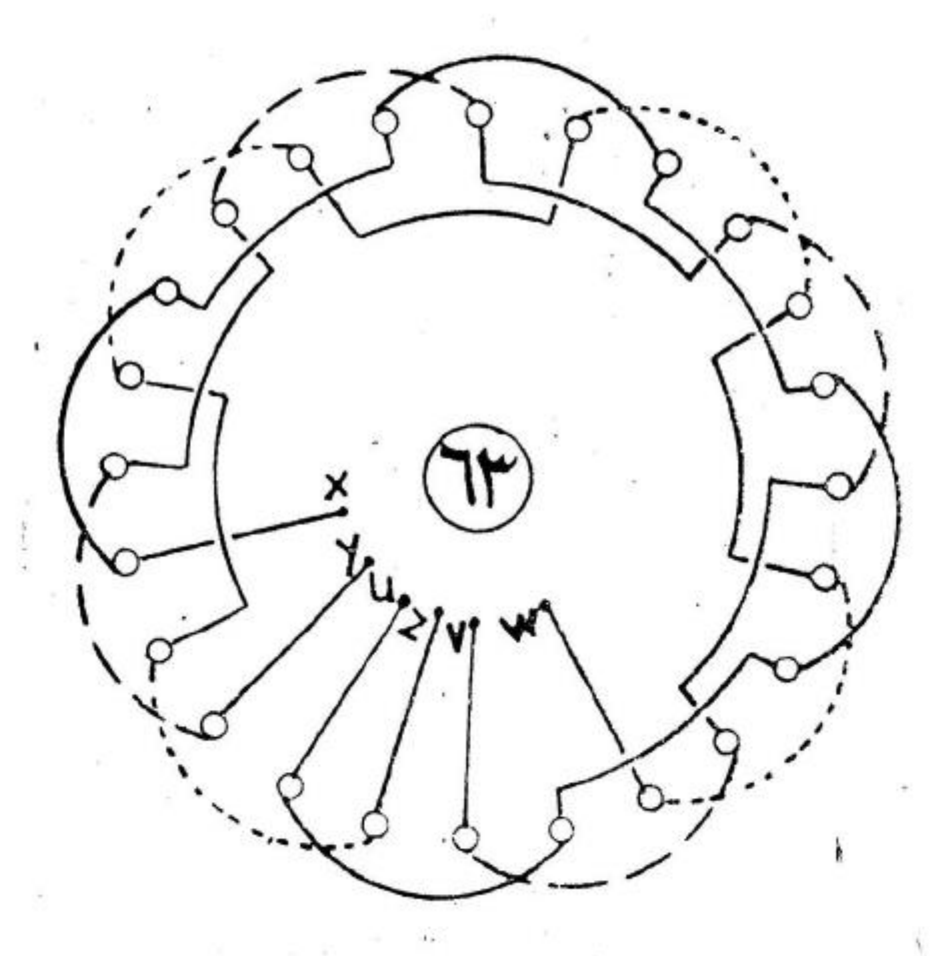
نوع الخطوة متداخلة

خطوة الملف الأصغر = ( عدد مجارى الوجه تحت القطب × ٢ ) + ٢
= ( ٣ × ٢ ) + ٢ = ٦ + ٢ = ٨

خطوة الملف الثانى = خطوة الملف الأصغر + ٢ = ٨ + ٢ = ١٠

خطوة الملف الثالث = خطوة الملف الثانى + ٢ = ١٠ + ٢ = ١٢

## محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨ اقطـــاب




عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٨ = ٣ مجرى

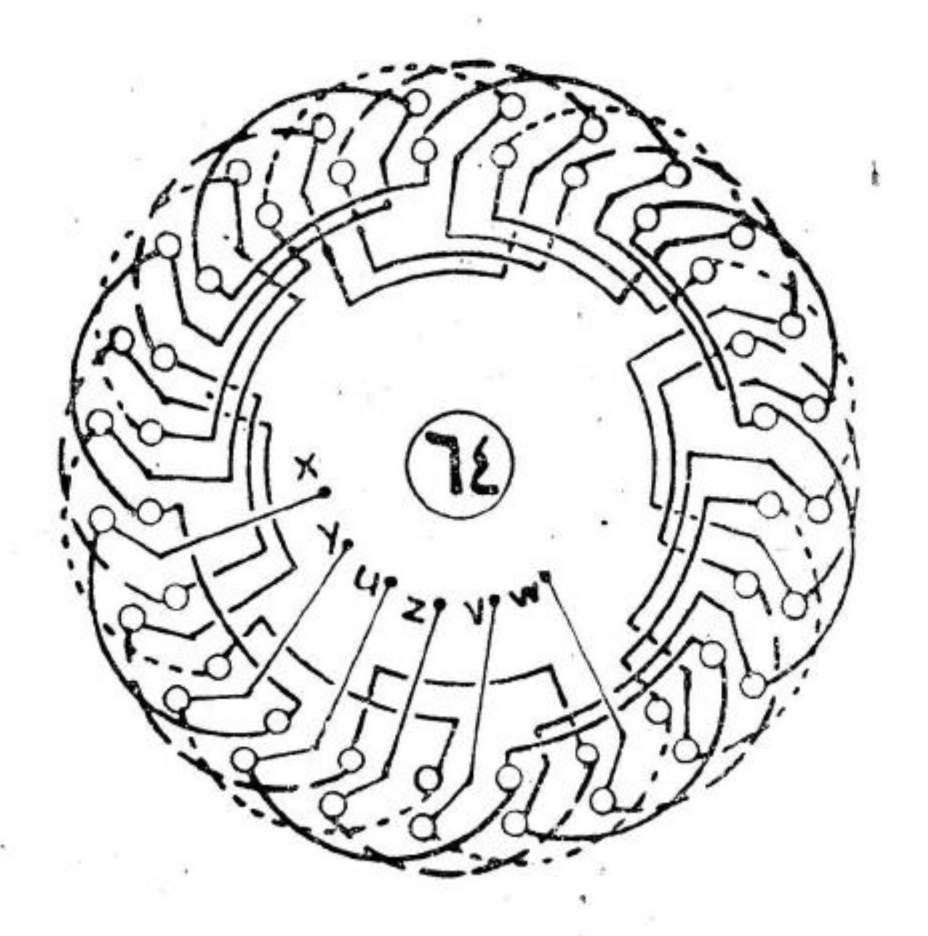
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

نوع اللف جانب واحد بى المجرى

نوع الخطوة ثابتة قطبية + ١ = ٣ + ١ = ١ — ٤

**محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨ أقطاب**

**نوع آخر من اللف**



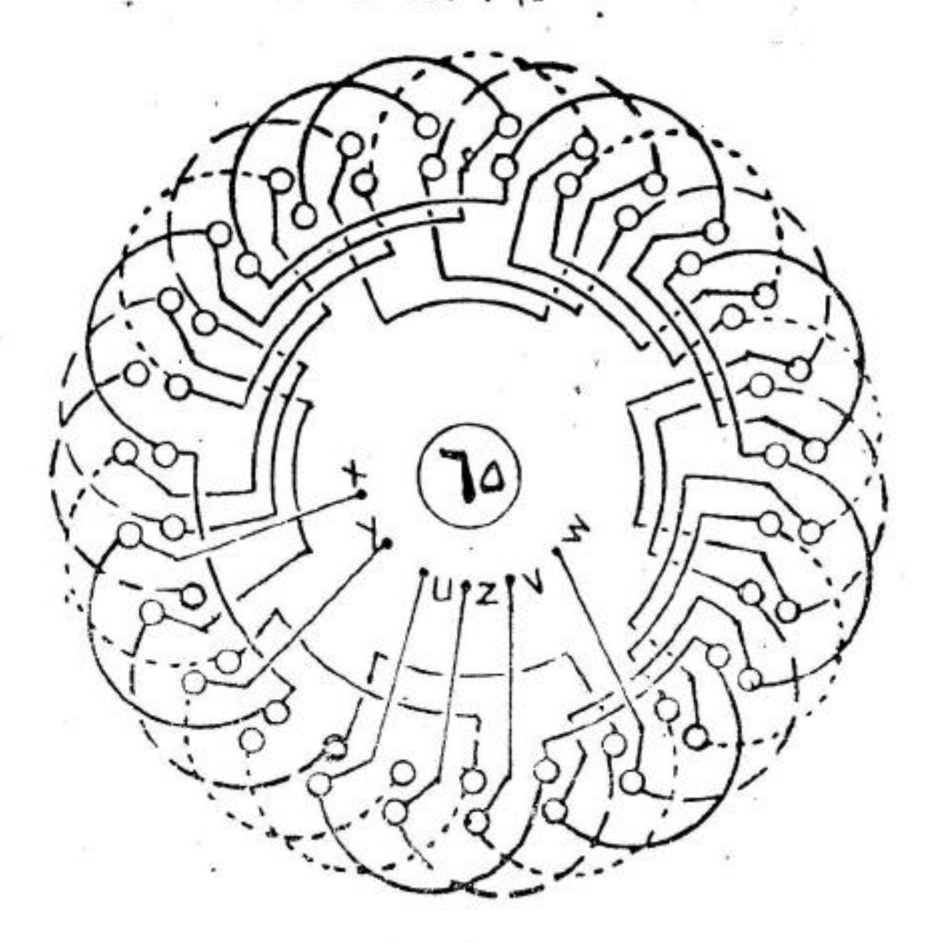

عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٨ = ٣ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٣ ÷ ٣ = ١ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة قطبية + ١ = ٣ + ١ = ١ — ٤

**محرك ثلاثة أوجه ٢٧ مجرى ٨ أقطـــاب**
**شاذ التقسيم جانبين فى المجرى**




عدد مجارى القطب = ٢٧ ÷ ٨ = $\frac{٣}{٨}$ ٣ مجرى

الخطوة = ١ — ٤

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $\frac{٢٧}{٨}$ ÷ ٣ = $\frac{١}{٨}$ ١ مجرى

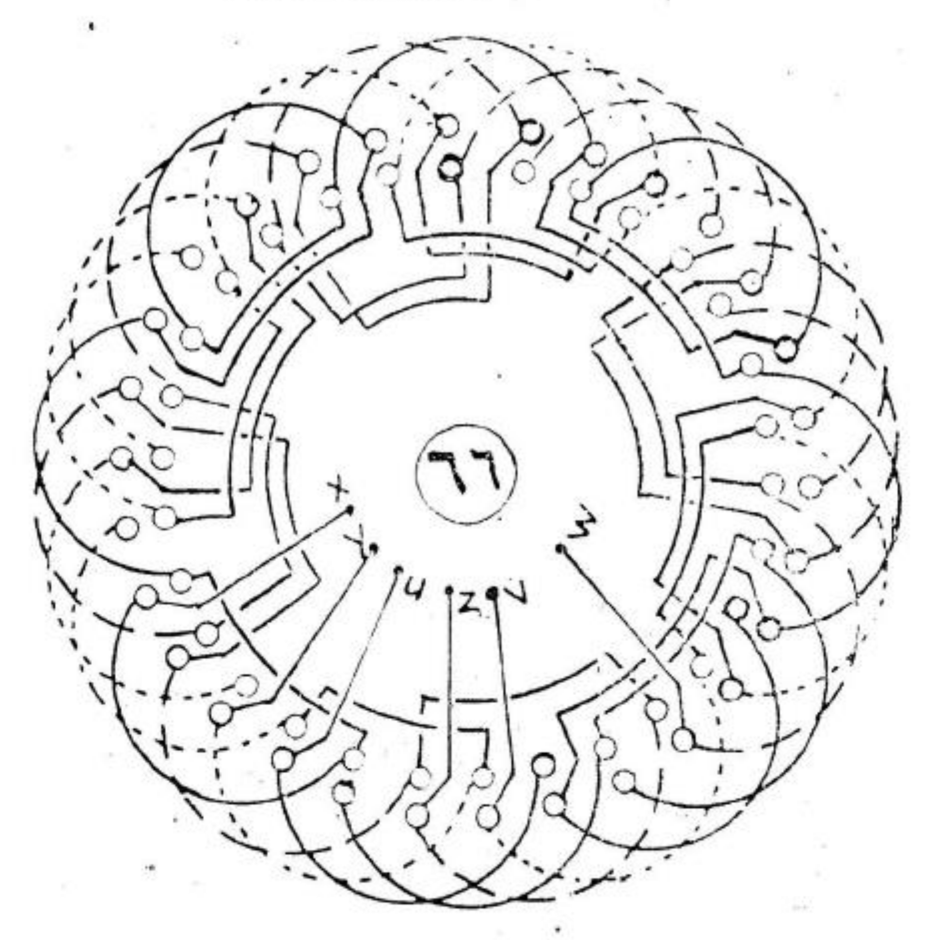
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ١،١، ١،١ ،١،١ ، ٢ ، ١،١
حسب الجدول :

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ٢ | ١ | ١ |
| الوجه الثانى | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ٢ |
| الوجه الثالث | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ٢ | ١ | ١ |

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط اول الأول ملف واحد ثم آخر الثالث ملف واحد ثم أول الثانى ملف واحد ثم ثانى الأول ملف واحد ثم أول الثالث ملـف واحد ثم ثانى الثانى ملـف واحد وهكذا حتى ينتهى اللف مع مراعاة بداية أول كل وجه.

**محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٨ أقطـــاب**
**شاذ التقسيم جانبين فى المجرى**




عدد مجارى التطب = ٣٠ ÷ ٨ = ٣ $\frac{٣}{٤}$ مجرى
الخطوة = ١ ـــ ٥
عدد مجارى الوجه تحت التطب = $\frac{٣٠}{٨}$ ÷ ٣ = ١ $\frac{١}{٤}$ مجرى

يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ٢ ، ٢ ، ١ ، ١ ، ١ ، ١، ١ ، ١،١، ١، حسب الجدول :

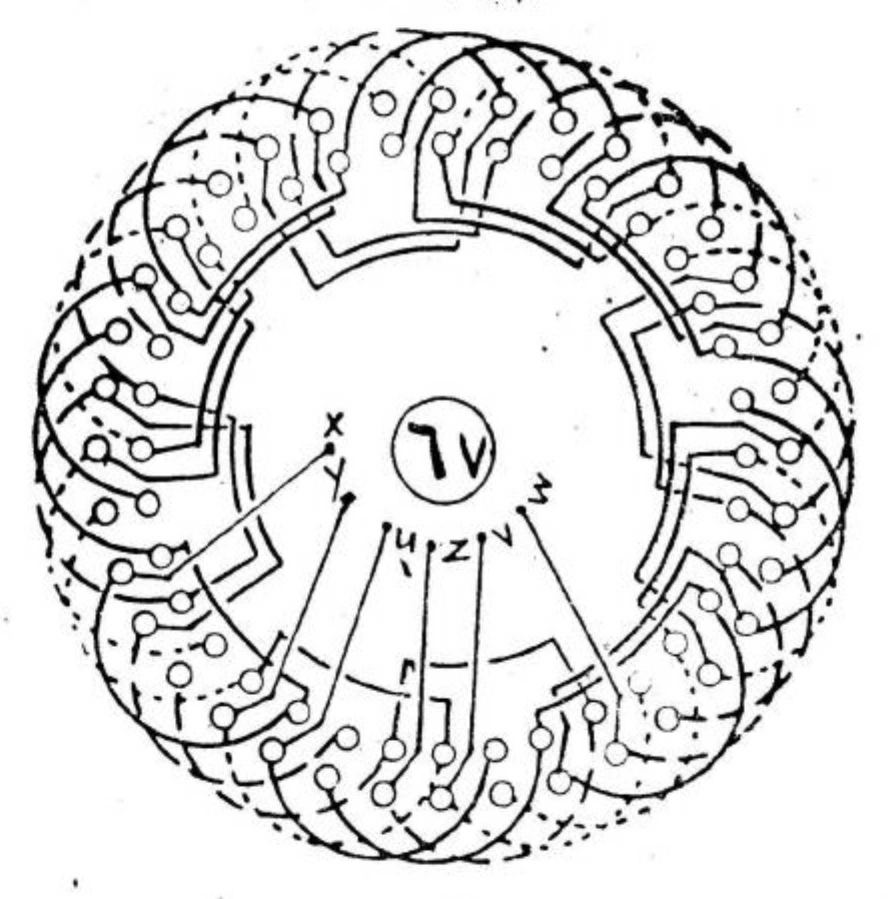
| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ٢ | ٢ | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ |
| الوجه الثانى | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ | ٢ | ٢ | ١ |
| الوجه الثالث | ١ | ٢ | ٢ | ١ | ١ | ١ | ١ | ١ |

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط أول الأول ملفين ثم آخر الثالث ملف واحد ثم أول الثانى ملف واحد ثم ثانى الأول ملفين ثم أول الثالث ملف واحد ثم ثانى الثانى ملف واحد وهكذا حتى ينتهى اللف .

## محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٨ أقطاب

### شاذ التقسيم جانبين فى المجرى




عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٨ = ٤ $\frac{١}{٢}$ مجرى

الخطوة = ١ — ٥

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $\frac{٣٦}{٨}$ ÷ ٣ = ١ $\frac{١}{٢}$ مجرى

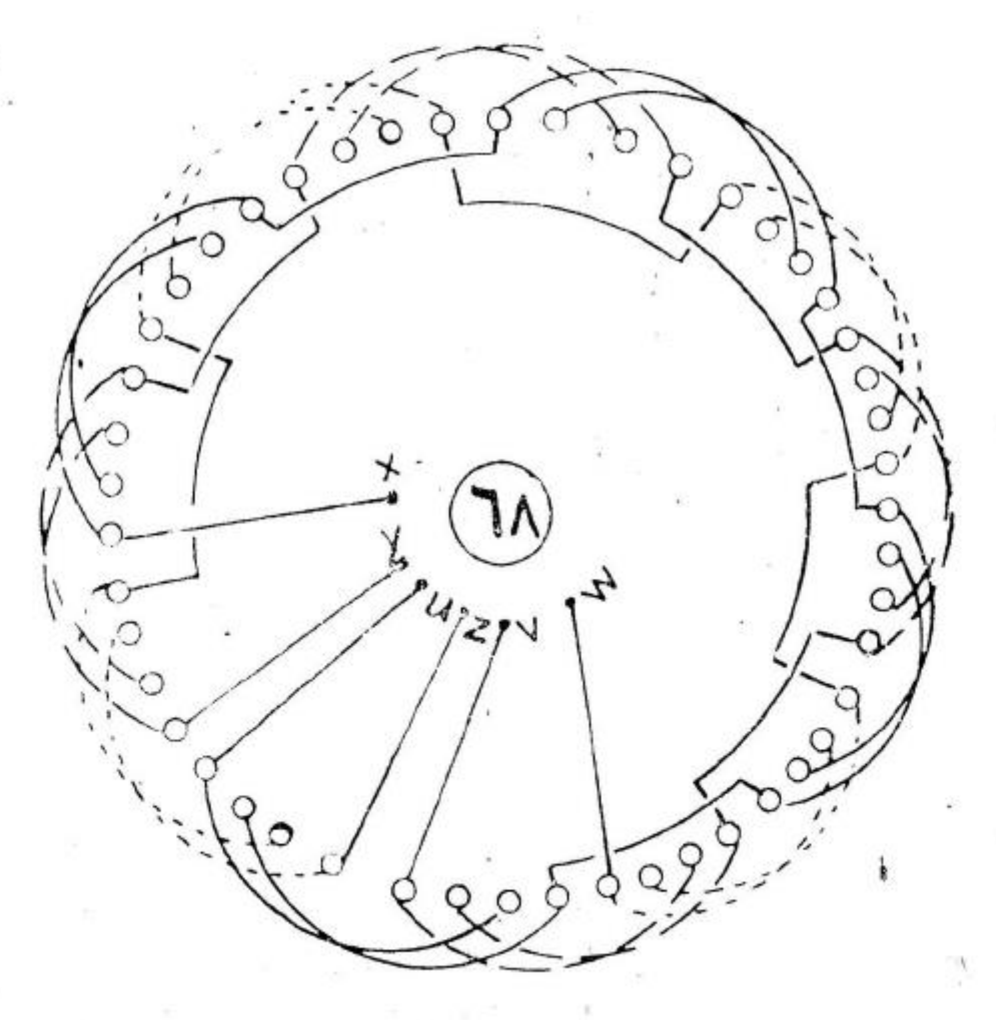
يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ ، ٢ ، ١ ؛ ٢ ، ١ حسب الجدول :

| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الوجه الأول | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ |
| الوجه الثانى | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ |
| الوجه الثالث | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ | ٢ | ١ |

ترتيب اسقاط الملفات

ابدأ باسقاط اول الأول ملفين ثم آخر الثـالث ملف واحـد ثم أول الثانى ملفين ثم ثانى الأول ملف ثم أول الثالث ملفين ثم ثانى الثانى ملـف وهكذا حتى ينتهى اللف .

**محرك ثلاثة أوجه ٤٨ مجرى ٨ أقطــاب**




عدد مجارى القطب = ٤٨ ÷ ٨ = ٦ مجرى

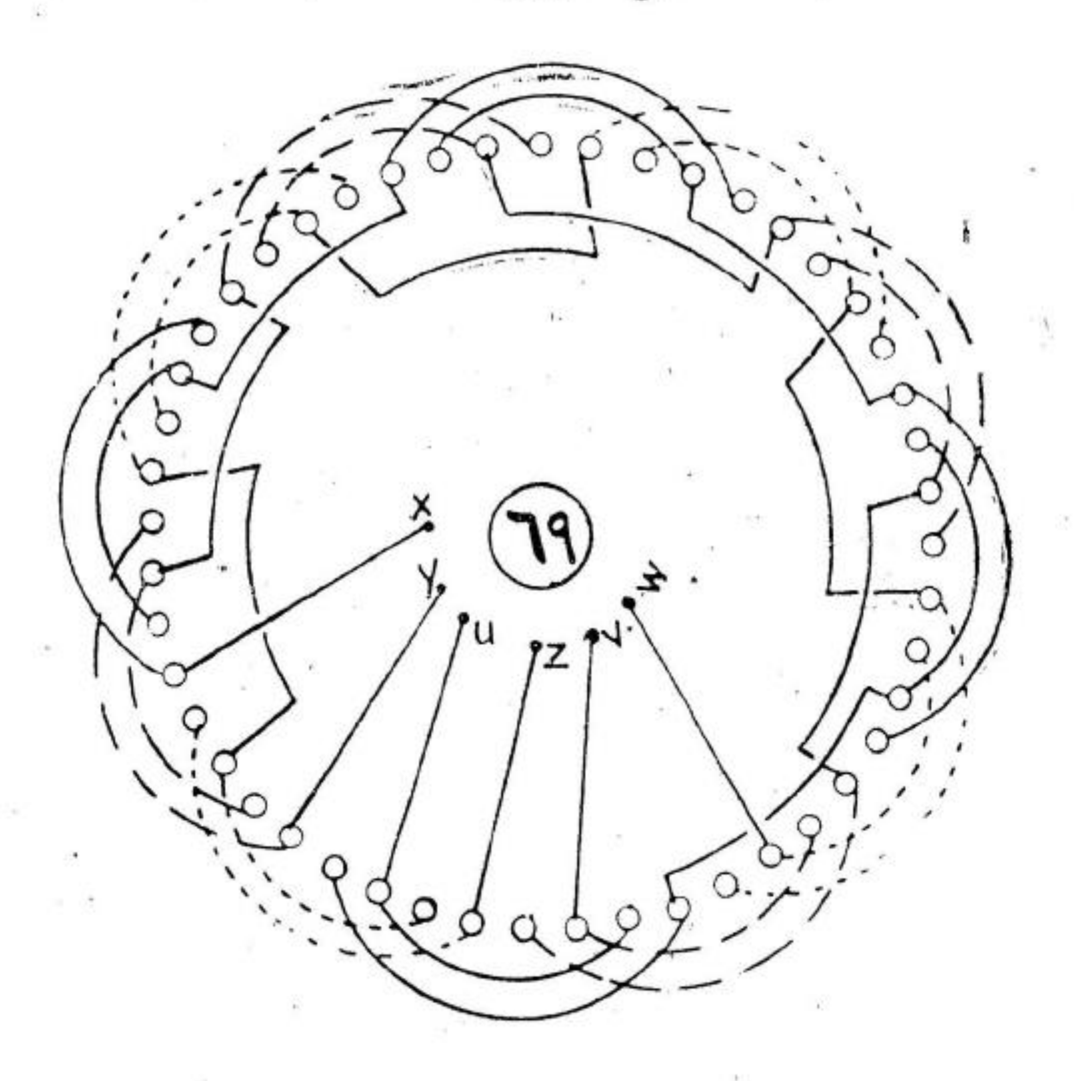
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى.

نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة تطبية + ١ = ٦ + ١ = ١ — ٧

**محرك ثلاثة أوجه ٤٨ مجرى ٨ أقطــاب**

**نوع آخر من اللف**




عدد مجارى القطب = ٤٨ ÷ ٨ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانب واحد فى المجرى

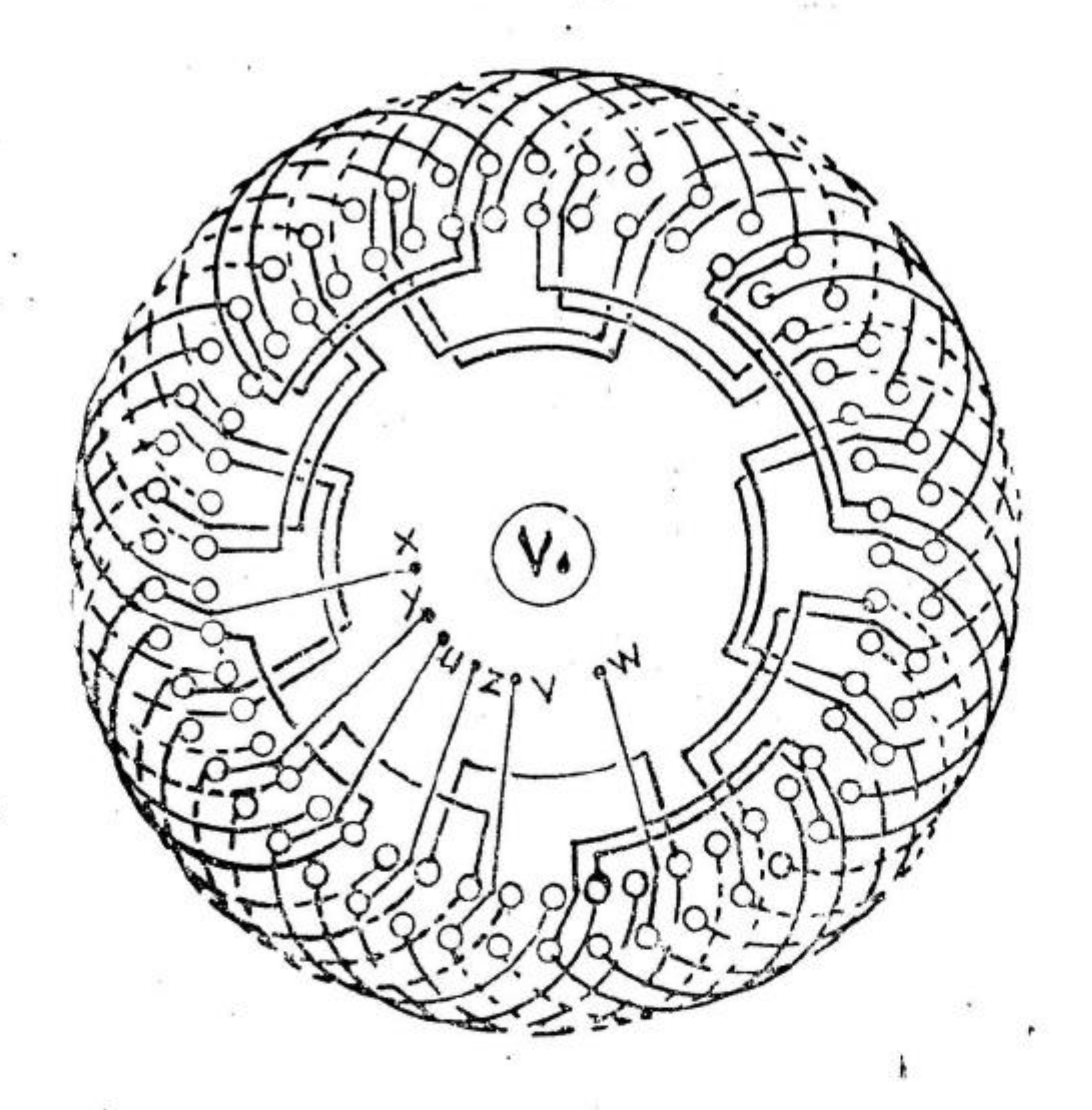
نوع الخطوة متداخلة

خطوة الملف الأصغر = ( ٢ × ٢ ) + ٢ = ٤ + ٢ = ٦

خطوة الملف الثانى = ٦ + ٢ = ٨

## محرك ثلاثة أوجه ٤٨ مجرى ٨ أقطـــاب

### نوع آخر من اللف




عدد مجارى القطب = ٤٨ ÷ ٨ = ٦ مجرى

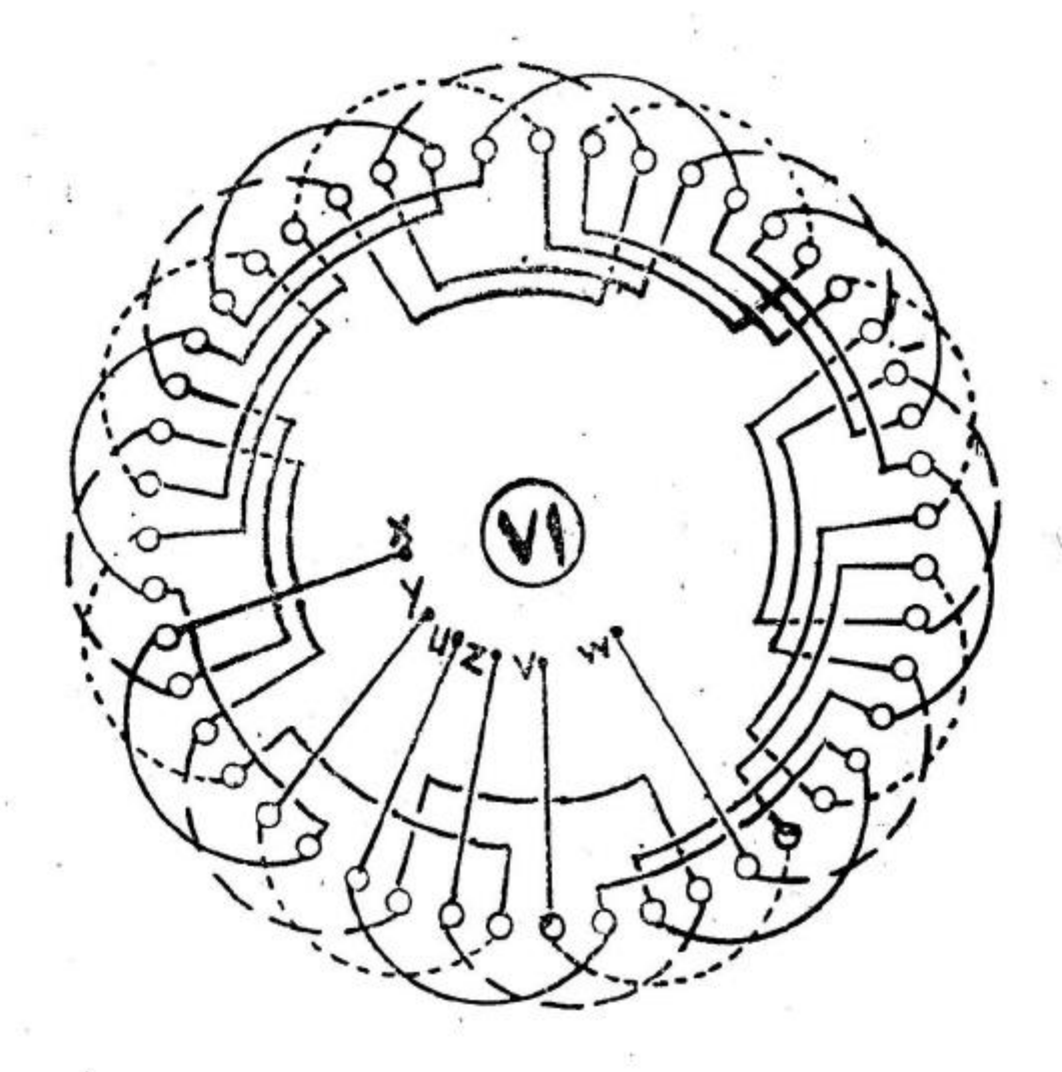
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى

نوع الخطوة ثابتة قطبية + ١ = ٦ + ١ = ١ — ٧

## محرك ثلاثة أوجه ٤٨ مجرى ٨ أقطـــاب

### نوع آخر من اللف




عدد المجارى للقطب = ٤٨ ÷ ٨ = ٦ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

نوع اللف جانب واحد فى المجرى

نوع الخطوة قطبية ذات الجناحين

مقدار الخطوة ١ ــ ٦ ملف يمين وملف شمال

# محركات ثلاثة أوجه

## ذات سرعتان

ان المحركات المتعددة السرعة تختلف اختلافا كبيرا من حيث تقسيم المحرك لاعادة لفه عن المتبع فى محركات السرعة الواحدة وذلك لاحتواء المحرك على أكثر من نوعية اقطاب من حيث العدد واختصاص كل عدد منها لسرعة معينة ، الا اننا نجد ان جميع انواع المحركات سواء كانت وجه واحد او ثلاثة أوجه سرعة واحدة أو متعددة السرعات نجدها جميعا متفقة فى ضرورة معرفة عدد مجارى مجموعة الوجه وخطوة اللف الا أن طرق الحصول عليها هى التى تختلف .

واذا كنا سنتكلم على محركات السرعتين فيجب ان نعرف معنى سرعتين على أنه يوجد نوعين من عدد الأقطاب ، النوع الأول من عدد هذه الأقطاب خاص بالسرعة الكبيرة والنوع الثانى من عدد لهذه الأقطاب خاص بالسرعة الصغيرة ، واذا أردنا معرفة تقسيم هذا المحرك ذو السرعتين لاعادة لفه وجب علينا التعرف على الآتى :

١ — معرفة عدد المجارى الكلية للمحرك .

٢ — معرفة نوعى سرعة المحرك وتحويل كل منهما الى عدد من الأقطاب .

٣ — أوجد عدد مجموعات كل وجه .

٤ — أوجد عدد ملفات المجموعة الواحدة فى كل وجه .

٥ — أوجد خطوة اللف .

لمعرفة عدد مجموعات الوجه الواحد فى أى تعدد سرعة = عدد أقطاب السرعة الصغيرة ÷ ٢ = مجموعة .

لمعرفة عدد ملفات المجموعة الواحدة للوجه الواحد =

$$\frac{\text{عدد المجارى الكلية للمحرك} \times ٢}{\text{عدد أقطاب السرعة الصغيرة} \times ٣} = \text{ملف}$$

لمعرفة خطوة الف = عدد ملفات المجموعة الواحدة + ٣ = مجرى

بعد معرفة الخطوات السابقة يمكن جعل خطوة اللف ثابتة أو متداخلة اما بالنسبة لنوع لف الملفات يكون على أساس جانبان فى المجرى وهو أكثر شيوعا من جانب واحد فى المجرى معملاحظة ان الزاوية بين الأوجه الثلاثة ١٢٠ درجة فى السرعة الكبيرة ، ٢٤٠ درجة فى السرعة الصغيرة ، كذلك يجب مراعاة أن عدد المجارى الذى يحتوى عليها المحرك لا تصلح دائما للف المحرك ليعطى سرعات معينة حيث نجد أن هناك عدد من المجارى يصلح لسرعات وعدد آخر لا يصلح ويمكن التعرف على هذا عند معرفة عدد ملفات المجموعة الواحدة اذا كان الناتج به كسرا يكون عدد المجارى لا يصلح .

## مثل للخطوات السابقة

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه يحتوى على ٢٤ مجرى يعطى سرعتين ( ٢٨٠٠/١٤٠٠ لفة/دقيقة ) يراد تقسيمه لاعادة لفه .

## التقسيم

السرعة الكبيرة ( ٢٨٠٠ لفة/دقيقة ) = ٢ قطب

السرعة الصغرة ( ١٤٠٠ لفة/دقيقة ) = ٤ أقطاب

∴ عدد مجموعات الوجه الواحد

= عدد أقطاب السرعة الصغيرة ÷ ٢ = مجموعة

= ٤ ÷ ٢ = ٢ مجموعة

عدد ملفات المجموعة الواحدة للوجه الواحد =

$$\frac{\text{عدد مجارى المحرك} \times ٢}{\text{عدد أقطاب السرعة الصغيرة} \times ٣} = \text{ملف}$$

$$\frac{٢٤ \times ٢}{٤ \times ٣} = ٤ \text{ ملف}$$

خطوة اللف = عدد ملفات المجموعة الواحدة + ٣ = مجرى

= ٤ + ٣ = ٧ مجرى

∴ خطوة اللف = ١ — ٧ ثابتة جانبان فى المجرى

قيمة المجرى بالدرجات فى السرعة الكبيرة = ١٨٠° ÷ ١٢ = ١٥° ك
بعد الداخل = ١٢٠° ÷ ١٥° = ٨ مجرى
قيمة المجرى بالدرجات فى السرعة الصغيرة = ١٨٠° ÷ ٦ = ٣٠°
بعد الداخل = ٢٤٠° ÷ ٣٠° = ٨ مجرى

## مثـــال آخر

محرك تيار متغير ثلاثة أوجـــه يحتـــــوى على ٣٦ مجرى سرعتان ( ١٥٠٠/٧٥٠ لفة/دقيقة ) يراد تقسيمه لاعادة لفه .

## التقســـــيم

السرعة الكبيرة ( ١٥٠٠ لفة/دقيقة = ٤ اقطاب
السرعة الصغيرة ( ٧٥٠ لفة/دقيقة ) = ٨ أقطاب
عدد مجموعات الوجه الواحد = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعات

عدد ملفات المجموعة الواحدة للوجه الواحد = $\frac{٣٦ \times ٢}{٨ \times ٣}$ = ٣ ملفات

خطوة اللف = ٣ + ٣ = ٦ مجرى
قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٩ = ٢٠° ك
بعد الداخل فى السرعة الكبيرة = ١٢٠° + ٢٠° = ٦ مجرى
قيمة المجرى بالدرجات فى السرعة الصـــغيرة = ١٨٠° ÷ ٤ر٥ = ٤٠° ك

بعد الداخل = ٢٤٠° + ٤٠° = ٦ مجرى

العمليات الحسابية السابقة قد قدمتهـــا لك فى أبســـط وأســـهل صورة دون المساس بالنتائج المطلوبة لسرعة الفهم والتنفيـــذ وذلك لأن المحركات ذات السرعات المتعددة توجد بها بعض اختلافات من محرك لآخر عند التقسيم سواء بالنســـبة لعدد المجارى وقيمـــة السرعات وخاصــــة بالنسبة لخطوة اللف وعدد مجارى المجموعة الواحدة حيث نجد الآتى فى الأمثلة الآتية :

مثال : محرك ٢٤ مجرى عدد أقطاب سرعته ( ٢/٤ ) قطب اذا حسبت خطوة اللف على أساس السرعة الصغيرة كما هو متبع تكون خطوة اللف ( ٦ + ١ ) = ٧ مجرى واذا حسبت على أساس القانون نجد أن عـــدد

ملفات المجموعة ( ٤ ملفات ) وبذلك تكون خطوة اللف ( ٤ + ٣ ) = ٧ مجـــرى .

مثال آخر : محرك ٢٤ مجرى عدد أقطاب سرعته ( ٤/٨) قطب اذا احتسبت خطوة اللف على أساس السرعة الصغيرة كما هو متبع تكـــون خطوة اللف ( ٣ + ١ ) = ٤ مجرى وهذا الوضع يعتبر نوع من الخطوات لهذا النوع من التقسيم حيث لابد أن يكون هناك مجرتان خاليتان داخـــل أول مجموعة وعلى هذا اذا حسبت خطوة اللف بالقانون يكون عدد ملفات المجموعة الواحدة (٢) ملف وخطوة اللف ( ٢ + ٣ )= ٥ مجرى .

مثال آخر : محرك يحتـــوى على ٣٦ مجر ىعدد أقطـــاب سرعته ( ٢/٤ ) قطب اذا احتسبت خطوة اللف على أساس السرعة الصغيرة كما هو متبع تكون خطوة اللف ( ٩ + ١ ) = ١٠ مجرى وهذا الوضع أيضـــا يعتبر نوع من العطوات لهذا النوع من التقسيم واذا احتسبت خطوة اللف بالقانون نجد أن عدد ملفات المجموعة الواحدة (٦) ملفـــات وبذلك تكـــون الخطوة اللف ( ٦ + ٣ ) = ٩ مجرى .

بعد العمليات السابقة للحصول على البيانات التى سنسير عليهـــا فى عملية اللف ننتقل الى طريقة توصيل المجموعا تالخاصة بكل وجه من الأوجه الثلاثة على حدة .

فى المحرك الذى يعمل على أساس ( ٢/٤ ) قطب نجد مهما اختلفت عدد المجارى بالمحرك فان عدد مجموعات الوجه دائما اثنان اما عدد ملفات المجموعة الواحدة هو الذى يختلف حسب عدد مجارى المحرك وعلى هذا الوضع يكون توصيل المجموعات كالآتى :

وصل نهاية المجموعة الأولى للوجه الأول مع بداية المجموعة الثانيـــة لنفس الوجه ومن هذه الوصلة اخرج طرف الوسط مع اعتبار بداية المجموعة الأولى هى بداية الوجه ونهاية المجموعة الثانية هى نهاية الوجـــه ، نفـــذ هذه العملية فى الأوجه الثلاثة ولا تنسى بعد الداخل اما على أساس طرف الوسط مدخل تيار أو بداية الوجه مدخل تيار .

بعد هذا التوصيل يكون عندنا تسعة أطراف ثلاثة أطـــراف بدايات الأوجه وثلاثة أطراف نهايات الأوجه وثلاثة أطراف وسط .

وصل بعد ذلك أطراف البدايات والنهايات مع بعضها مكونا أطـــراف الدلتا الثلاثة داخل المحرك بحيث تتصل نهاية الأول مع بداية الوجه الثالث

ونهاية الوجه الثانى مع بداية الوجه الأول ونهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه الثانى هذا التوصيل على اساس الأرقام المبينة بالرسم ( ١ ، ٢ ، ٣ ) كأطراف الدلتا أو الرموز ( U - V - W ) والأرقام ( ٤ ، ٥ ، ٦ ) كأطراف وسط ومداخل للتيار .

بعد هذا التوصيل داخل المحرك يخرج لنا ستة أطراف ثلاثة للدلتا أرقامها ( ١ ، ٢ ، ٣ ) وثلاثة أطراف وسط أرقامها ( ٤ ، ٥ ، ٦ ) وعن طريق هذه الأطراف وتوصيلها بالطرق الآتية مع التيار يمكن الحصول على احدى السرعتين .

الحصول على السرعة الصغيرة :

اذا أريد تشغيل المحرك ليعطى السرعة الصغيرة يوصل التيار بأطراف الدلتا الثلاثة ( ١ ، ٢ ، ٣ ) الخارجة من المحرك مع ترك أطراف الوسط رقم ( ٤ ، ٥ ، ٦ ) حرة دون أى توصيل .

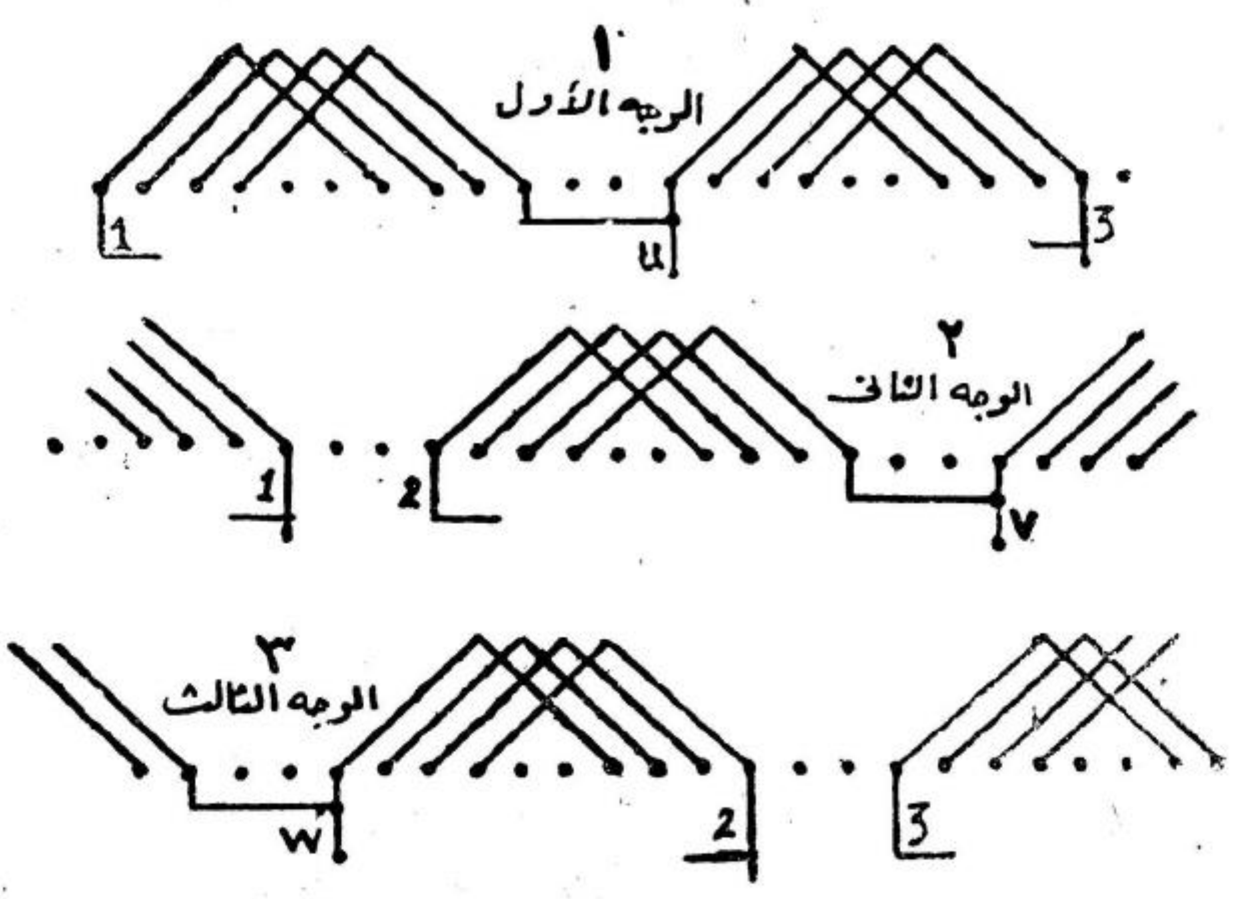
الحصول على السرعة الكبيرة :

اذا أريد تشغيل المحرك ليعطى السرعة الكبيرة يوصل التيار بأطراف الوسط ( ٤ ، ٥ ، ٦ ) الخارجة من المحرك مع قفل دائرة أطراف الدلتا الثلاثة ( ١ ، ٢ ، ٣ ) .

ملاحظة : يوجد بعض المحركات التى تعمل لتعطى سرعتين مثل ( ٤ ، ٦ ) قطب بالنسبة لنوعية اللف تلف بنوعين من السلك كأنها محركان داخل محرك واحد الأول (٤) قطب والثانى (٦) قطب وبذلك يكون عندنا نوعين من السلك من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف أما خطوة اللف تكون واحدة بين الاثنين ويستعمل مع هذا النوع من المحركات مفتاحان الأول لتشغيل السرعة الصغيرة والثانى لتشغيل السرعة الكبيرة وهذا النوع من المفاتيح اما ان يكون بملامسات دائرية او بملامسات وقواطع أتوماتيكية كما هو موضح بالرسم الآتى لأنواع مفاتيح السرعتين .

توصيل مجموعات الأوجه وأخراج الأطراف

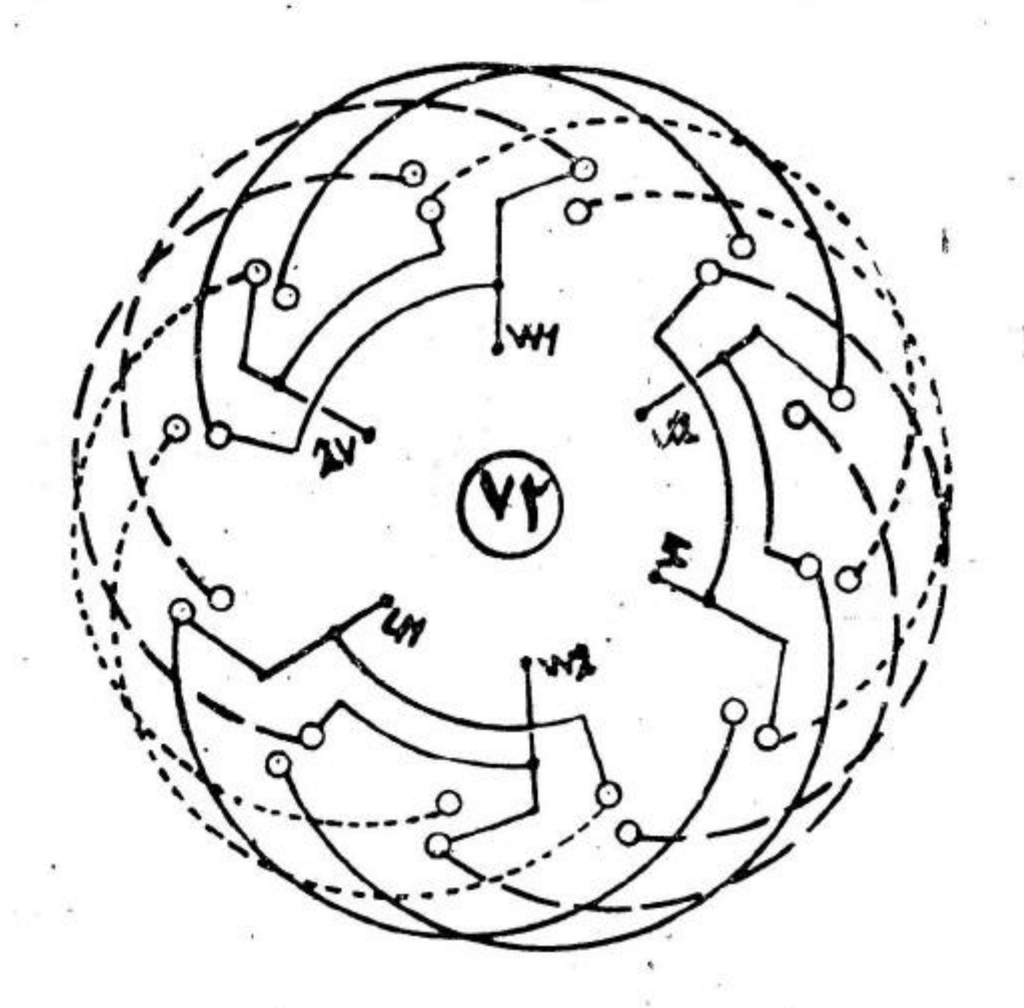
**محرك ٢٤ مجرى ٢/٤ قطب**




عند توصيل اطراف المحرك لأخذ السرعة المطلوبة لاحظ أن رقم ١ ، ٢ ، ٣ وهى اطراف الدلتا فى الشرح السابق هى الرمز U 1, V 1, W 1 فى دوائر الرسم.

ورقم ٤ ، ٥ ، ٦ وهى اطراف الوسط فى الشرح السابق هى الرمز U 2, V 2, W 2 فى دوائر الرسم .

**محرك يحتوى على ١٢ مجرى ٢/٤ قطب**
**خطوة اللف ١ — ٥**




عدد المجارى الكلية = ١٢ مجرى السرعة الصغيرة = ٤ أقطاب

عدد مجموعات الوجه = ٤ ÷ ٢ = ٢ مجموعة

عدد مجارى كل مجموعة = $\frac{١٢ \times ٢}{٤ \times ٣}$ = ٢ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى نوع الخطوة ثابتة

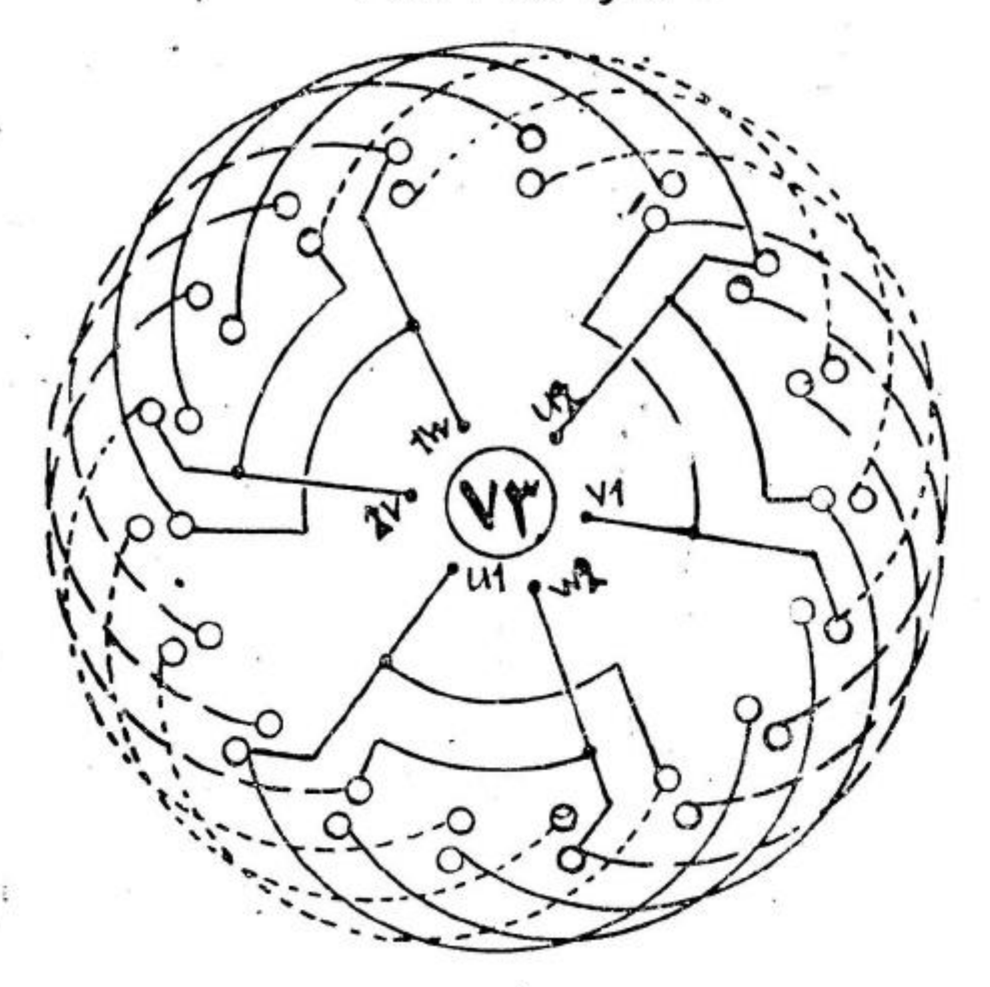
مقدار الخطوة = عدد ملفات المجموعة + ٣ = ٢ + ٣ = ١ — ٥

عدد مجارى القطب فى السرعة الكبيرة = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٦ = ٣٠°

بعدُ بدايات الاوجه = ١٢٠° ÷ ٣٠° = ٤ مجرى

**محرك يحتوى على ١٨ مجرى ٢/٤ قطب**
**خطوة اللف ١ — ٦**




عدد المجارى الكلية = ١٨ مجرى
السرعة الصغيرة = ٤ أقطاب
عدد مجموعات الوجه = ٤ ÷ ٢ = ٢ مجموعة

عدد مجارى المجموعة الواحدة = $\frac{١٨ \times ٢}{٤ \times ٣}$ = ٣ مجرى

نوع اللف جانبين فى المجرى          نوع الخطوة ثابتة

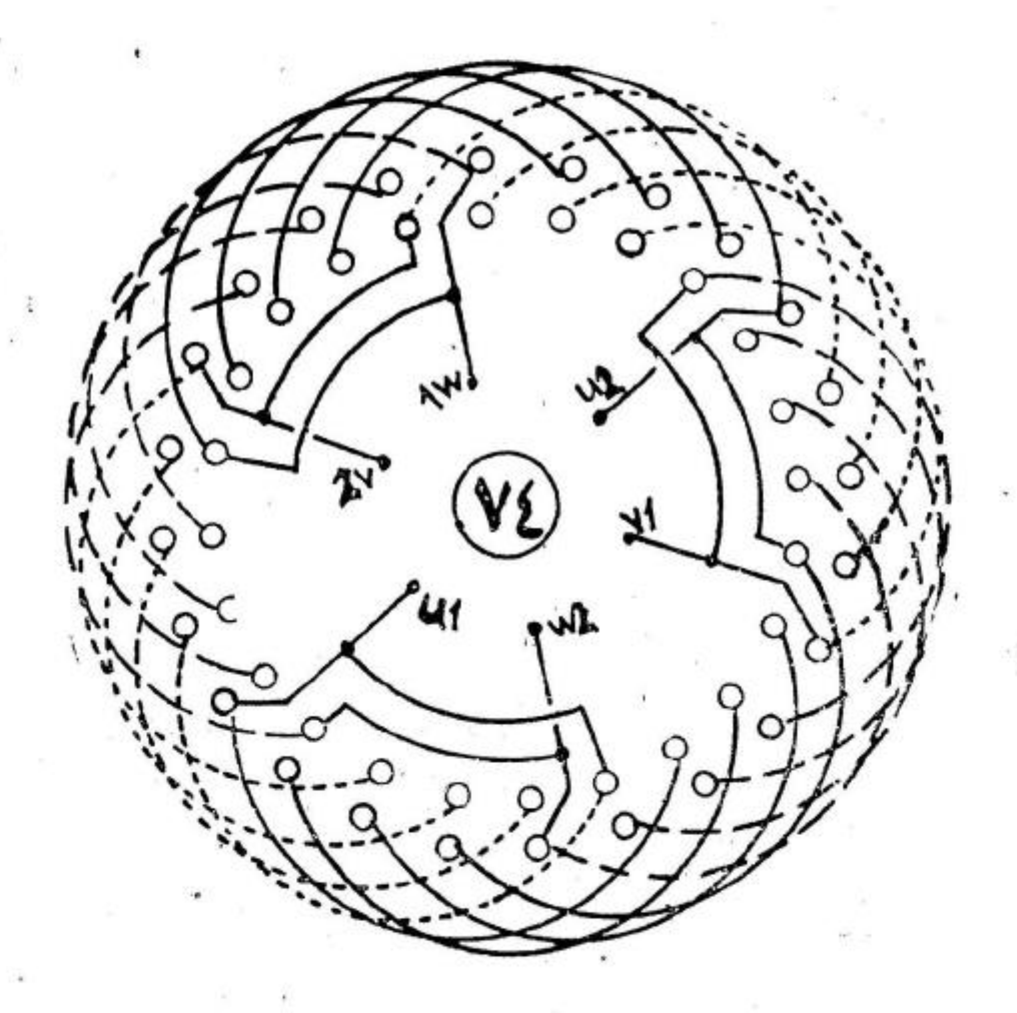
مقدار خطوة اللف = ٣ + ٣ = ١ — ٦

عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ١٨ ÷ ٢ = ٩ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٩ = ٢٠°

بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ٢٠° = ٦ مجرى

**محرك يحتوى على ٢٤ مجرى ٢/٤ قطب**
**خطوة اللف ١ — ٧**



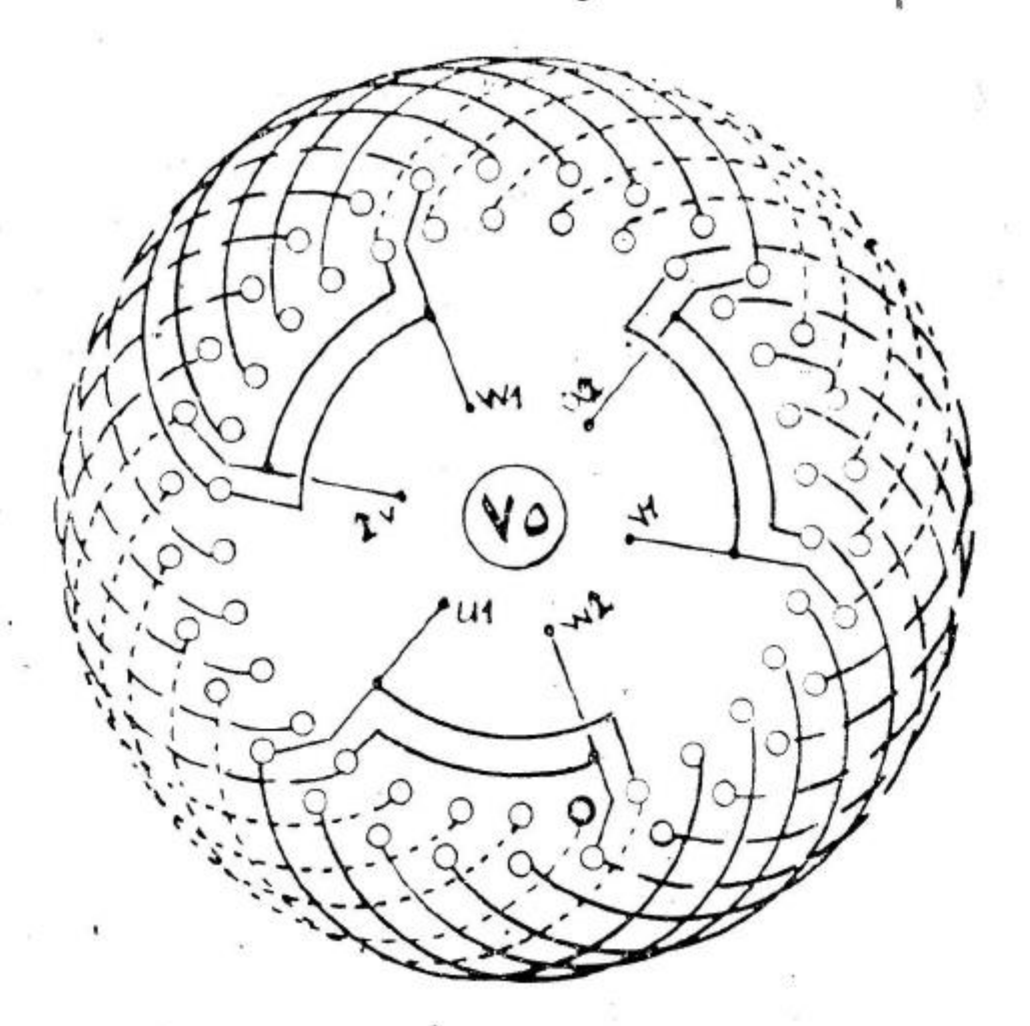

عدد المجارى الكلية = ٢٤ السرعة الصغيرة = ٤ أقطاب
عدد مجموعات الوجه = ٤ ÷ ٢ = ٢ مجموعة

عدد مجارى المجموعة الواحدة = $\frac{٢ \times ٢٤}{٣ \times ٤}$ = ٤ مجرى

خطوة اللف = ٤ + ٣ = ١ — ٧
عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى
قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ١٢ = ١٥°
بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ١٥° = ٨ مجرى

**محرك يحتوى على ٣٠ مجرى ٢/٤ قطب**

**خطوة اللف ١ — ٨**




عدد المجارى الكلية = ٣٠ مجرى

السرعة الصغيرة = ٤ أقطاب

عدد مجموعات الوجه = ٤ ÷ ٢ = ٢ مجموعة

عدد مجارى المجموعة الواحدة = $\frac{٢ \times ٣٠}{٣ \times ٤}$ = ٥ مجرى

مقدار خطوة اللف = ٥ + ٣ = ١ — ٨

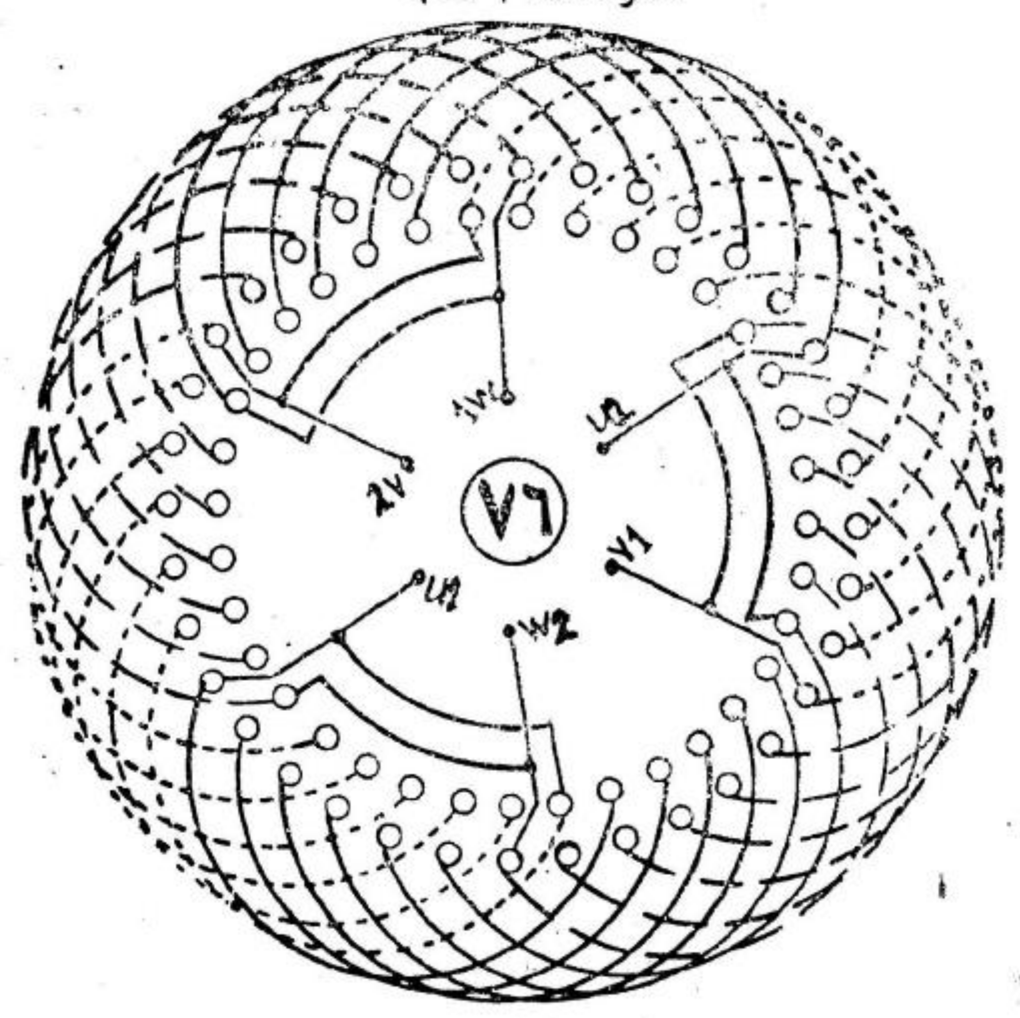
عدد مجارى القطب فى السرعة الكبيرة = ٣٠ ÷ ٢ = ١٥

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ١٥ = ١٢°

بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ١٢° = ١٠ مجرى

**محرك يحتوى على ٣٦ مجرى ٢/٤ قطب**

**خطوة اللف ١ — ٩**




عدد المجارى الكلية = ٣٦ مجرى

السرعة الصغيرة = ٤ أقطاب

عدد مجموعات الوجه = ٤ ÷ ٢ = ٢ مجموعة

عدد مجارى المجموعة الواحدة = $\frac{٣٦ \times ٢}{٤ \times ٣}$ = ٦ مجرى

خطوة اللف = ٦ + ٣ = ١ — ٩

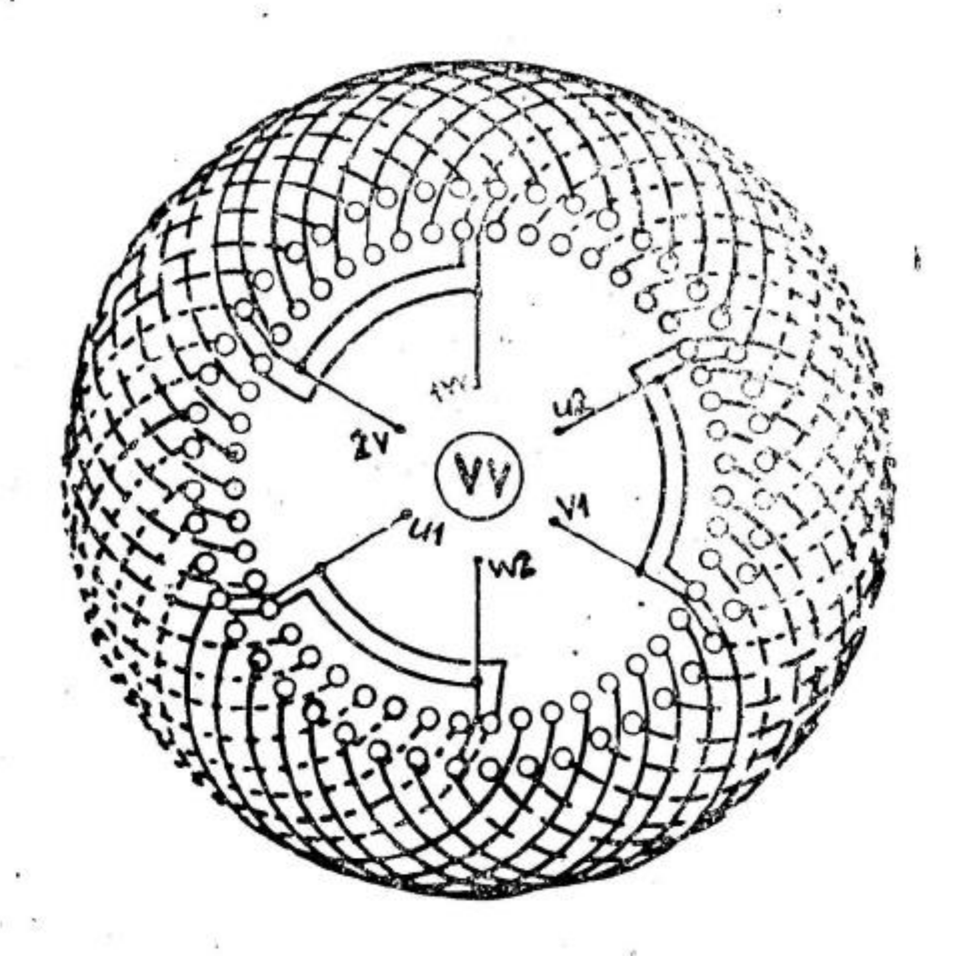
عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٣٦ ÷ ٢ = ١٨ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ١٨ = ١٠°

بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ١٠° = ١٢ مجرى

**محرك يحتوى على ٤٨ مجرى ٢/٤ قطب**

**خطوة اللف ١ — ١١**




عدد المجارى الكلية = ٤٨ مجرى

السرعة الصغيرة = ٤ أقطاب

عدد مجموعات الوجه = ٤ ÷ ٢ = ٢ مجموعة

عدد مجارى المجموعة الواحدة = $\frac{٤٨ \times ٢}{٤ \times ٣}$ = ٨ مجرى

خطوة اللف = ٨ + ٣ = ١ — ١١

عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٤٨ ÷ ٢ = ٢٤ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات = °١٨٠ ÷ ٢٤ = ٧ $\frac{١}{٢}$ درجة

بعد البدايات للاوجه = °١٢٠ ÷ ٥ر٧° = ١٦ مجرى

# محركات ثلاثة أوجه سرعتان

## ٨/٤ قطب

فى المحرك الذى يعطى سرعتان ( ٧٥٠/١٥٠٠ ) لفة/دقيقة اى يتكون من أربعة اقطاب للسرعة الكبيرة وثمانية اقطاب للسرعة الصغيرة نجـــد فى هذا المجرك مهما اختلف عدد المجارى فى المحرك نجد أن عدد مجموعات الوجه الواحد تتكون من أربعة مجموعات أما عدد ملفات المجموعة فانه يختلف من محرك لآخر حسب عدد مجارى المحرك الكلية .

### مثـــال

محرك تيار متغير ثلاثة اوجه يحتوى على ٣٦ مجرى يراد تقسيمه ليعطى سرعتين ( ٧٥٠/١٥٠٠ ) لفة/دقيقة .

### التقســـيم

السرعة الكبيرة ( ١٥٠٠ ) لفة/دقيقة = ٤ أقطاب

السرعة الصغيرة ( ٧٥٠ ) لفة/دقيقة = ٨ اقطاب

عدد مجموعات الوجه الواحد = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعات

$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{٣٦ \times ٢}{٨ \times ٢} = ٣ \text{ ملفات}$$

خطوة اللف = ٣ + ٣ = ٦ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات فى السرعة الكبيرة = ١٨٠° ÷ ٩ = ٢٠°ك

بعد مداخل التيار = ١٢٠° ÷ ٢٠° = ٦ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات فى السرعة الصـــغيرة = ١٨٠° ÷ ٤ر٥ = ٤٠°ك

بعد المداخل = ٢٤٠° ÷ ٤٠° = ٦ مجرى

( رقم ٩ ، ٤ر٥ المستعمل فى قيمة المجرى هو عدد مجارى القطب )

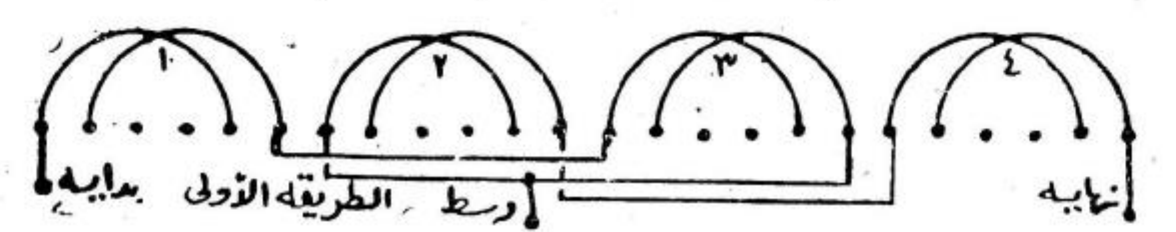
بعد اتمام عملية التقسيم السابق لاعادة لف المحرك ومعرفة عـــدد مجموعات الوجه الواحد وكذا عدد ملفات كل مجموعة وخطوة اللف يبقى لنا طريقة توصيل مجموعات كل وجه مع بعضها حيث نجد أن الوضـــــع هنا يختلف بالنسبة لعدد المجموعات حيث كان فى محركات ( ٢/٤ ) قطب مجموعتان لكل وجه أما هنا لمحركات ( ٨/٤ ) قطب نجد أربعة مجموعات لكل وجـــه .

**طريقة التوصيل :**

وصل نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثالثة لنفس الوجه ونهاية المجموعة الثالثة مع بداية المجموعة الثانية ومن هذه الوصلة أخرج طرف الوسط ثم وصل نهاية المجموعة الثانية مع بداية المجموعة الرابعـــة لنفس الوجه وبذلك تكون بداية المجموعة الأولى هى بداية الوجه ونهـــاية المجموعة الرابعة نهاية الوجه كرر هذه العملية بالنسبة للوجه الثانى والوجه الثالث مع مراعاة مداخل التيار اما بالنسبة لبداية الوجه أو بالنسبة لطرف الوسط حسب الرسم .

## توصيل مجموعات الوجه الواحد

### على أساس ٨/٤ قطب

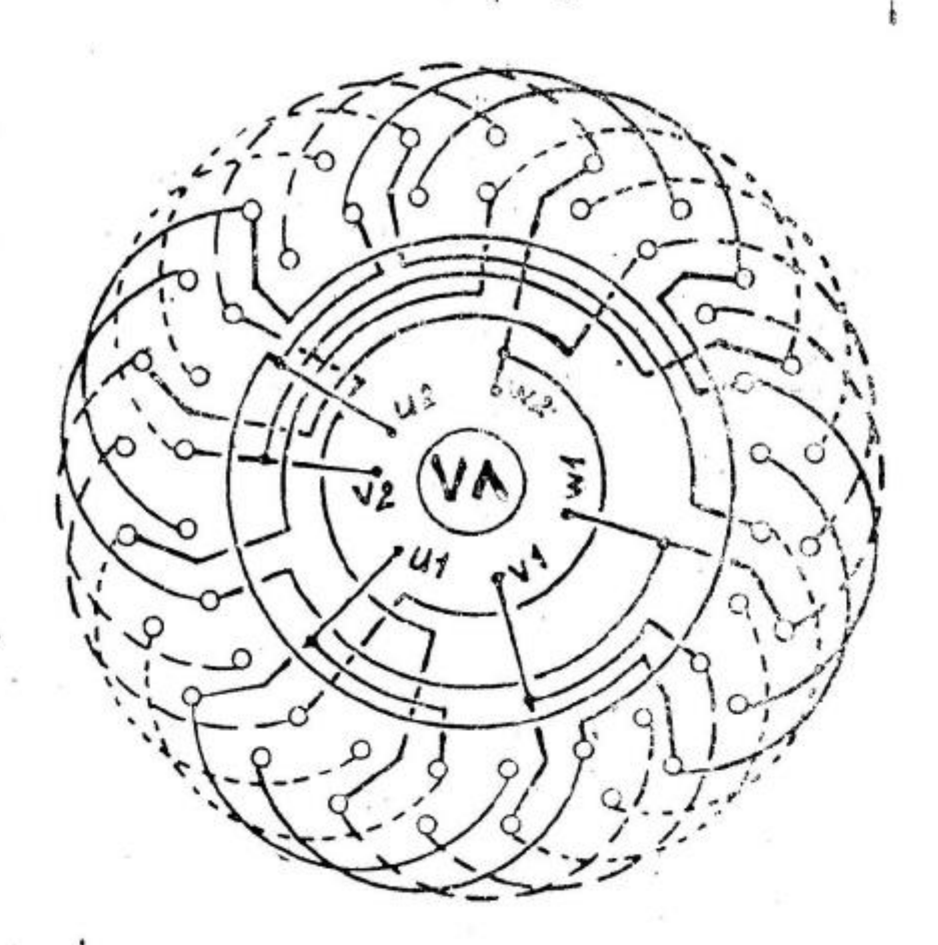



الحصول على السرعة الصغيرة وصل التيار مع U 1, V 1, W 1 وترك الأطراف الأخرى دون توصيل .

الحصول على السرعة الكبيرة وصل التيار مع U 2, V 2, W 2 واقفل الأطراف الأخرى مع بعضها وهى U 1, V 1, W 1.

**محرك يحتوى على ٢٤ مجرى ٨/٤ قطب**

**خطوة اللف ١ — ٥**




عدد المجارى الكلية = ٢٤ مجرى

السرعة الصغيرة = ٨ أقطاب

عدد مجموعات الوجه = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعة

عدد مجارى المجموعة الواحدة = $\frac{٢٤ \times ٢}{٨ \times ٣}$ = ٢ مجرى

خطوة اللف = ٢ + ٣ = ١ — ٥

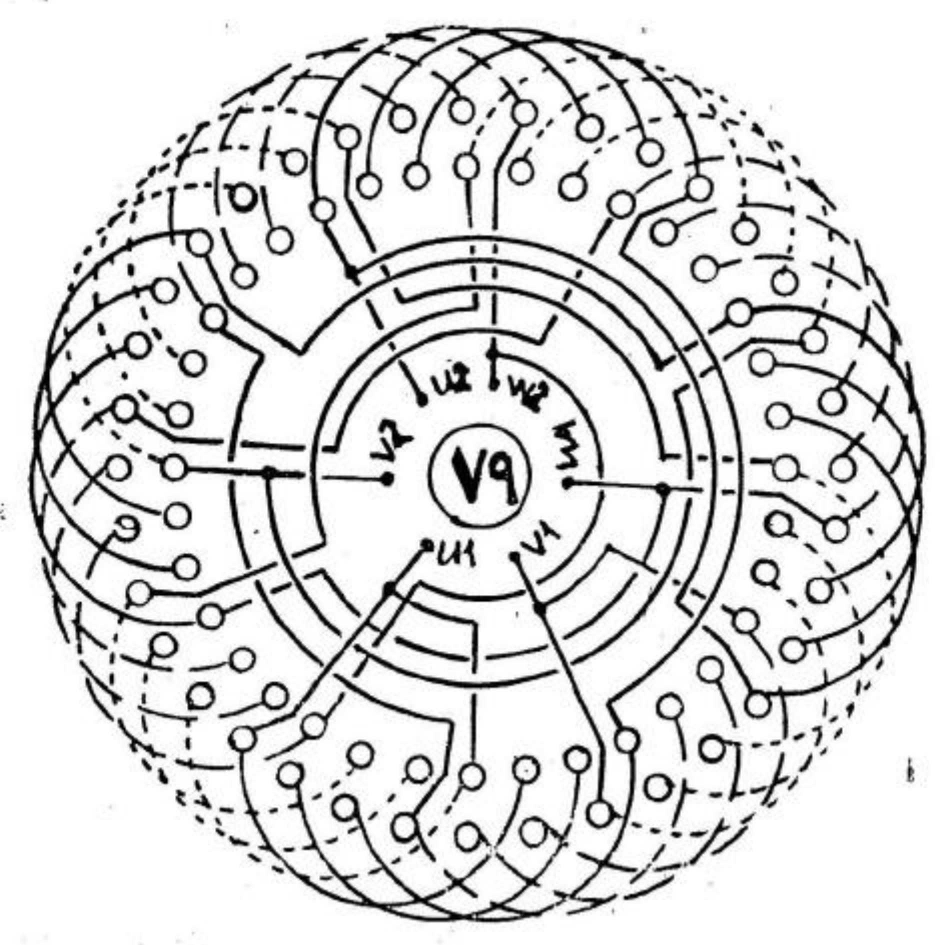
عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٢٤ ÷ ٤ = ٦ **مجرى**

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٦ = ٣٠°

بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ٣٠° = ٤ **مجرى**

محرك يحتوى على ٣٦ مجرى ٤/٨ قطب

خطوة اللف ١ — ٦




عدد المجارى الكلية = ٣٦ مجرى

السرعة الصغيرة = ٨ أقطاب

عدد مجموعات الوجه = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعة

$$\text{عدد مجارى المجموعة الواحدة} = \frac{٣٦ \times ٢.}{٨ \times ٣} = ٣ \text{ مجرى}$$

خطوة اللف = ٣ + ٣ = ١ — ٦

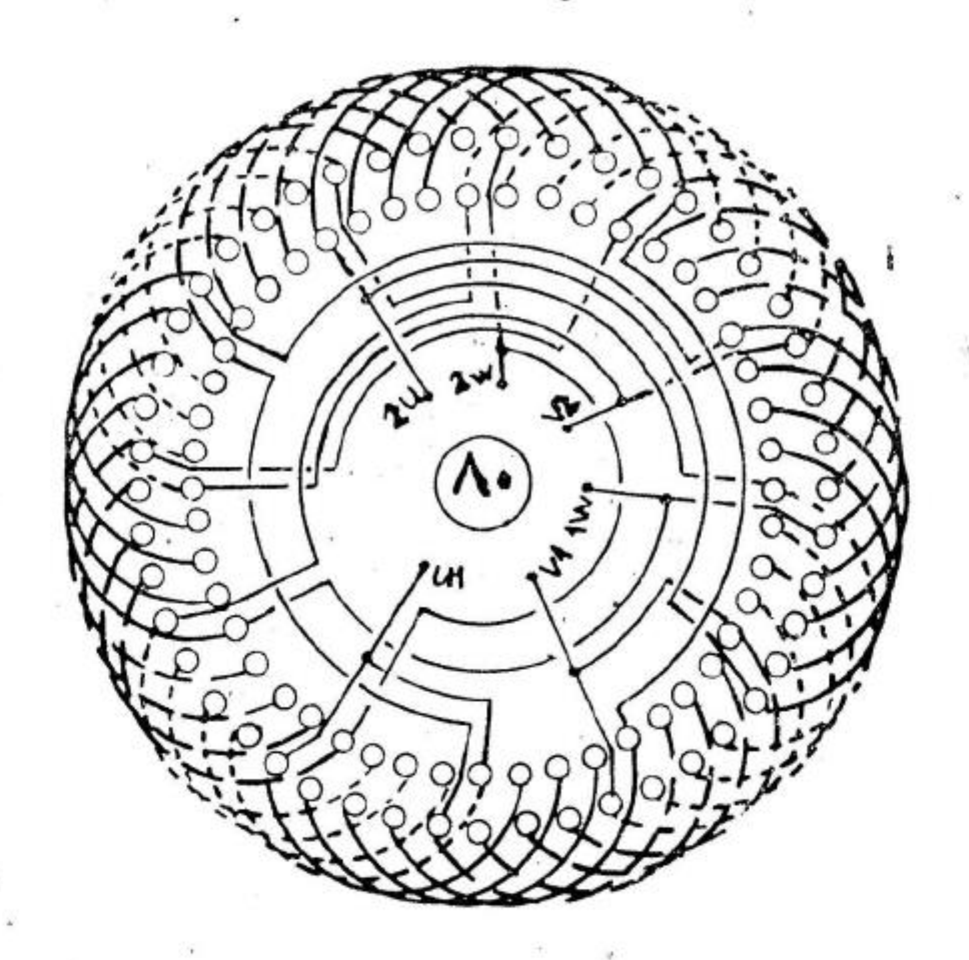
عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٣٦ ÷ ٤ = ٩ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٩ = ٢٠°

بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ٢٠° = ٦ مجرى

## محرك يحتوى على ٤٨ مجرى ٨/٤ أقطاب

### خطوة اللف ١ — ٧




عدد المجارى الكلية = ٤٨ مجرى

السرعة الصغيرة = ٨ أقطاب

عدد مجموعات الوجه = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعة

عدد مجارى المجموعة الواحدة = $\frac{٢ \times ٤٨}{٣ \times ٨}$ = ٤ مجرى

خطوة اللف = ٤ + ٣ = ١ — ٧

عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٤٨ ÷ ٤ = ١٢ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ١٢ = ١٥°

بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ١٥° = ٨ مجرى

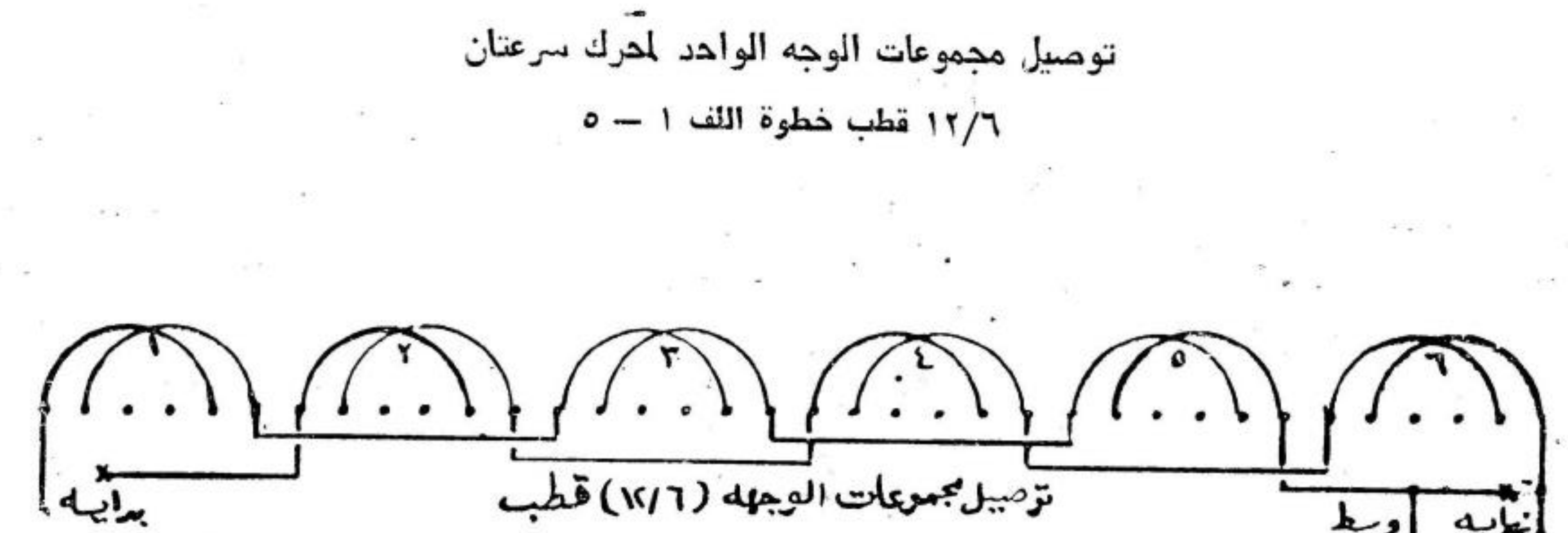
## محركات ثلاثة أوجه سرعتان

## ٦/١٢ قطب

فى تقسيم هذا المحرك نجد أن عدد مجموعات الوجه يكون ستة مجموعات حسب ما جاء فى طريقة التقسيم السابقة ولكى نوصل هذه المجموعات الستة مع بعضها نوصل نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثالثة ونهاية المجموعة الثالثة مع بداية المجموعة الخامسة ونهاية المجموعة الخامسة مع بداية المجموعة الثانية ومنها نخرج طرف الوسط ثم نهاية الثانية مع بداية الرابعة ونهاية الرابعة مع بداية السادسة وعلى هذا تكون بداية المجموعة الاولى هى بداية وجه ونهاية المجموعة السادسة نهاية الوجه نفسه ويتم توصيل مجموعات الأوجه الثلاثة على هذا الأساس مع مراعاة بعد بدايات الأوجه والرسم الآتى يوضح طريقة التوصيل للمجموعات.

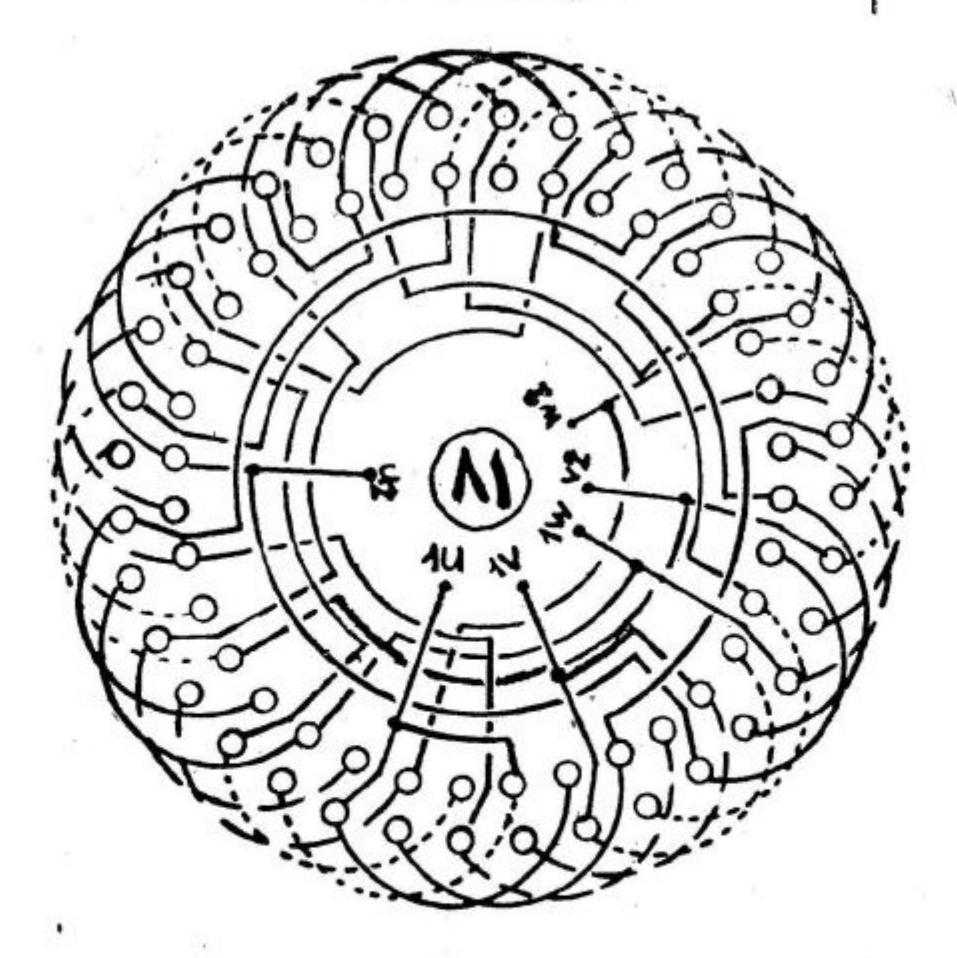
توصيل مجموعات الوجه الواحد لمحرك سرعتان

١٢/٦ قطب خطوة اللف ١ — ٥



**محرك يحتوى على ٣٦ مجرى ١٢/٦ قطب**

**خطوة اللف ١ — ٥**




عدد المجارى الكلية = ٣٦ مجرى .

السرعة الصغيرة = ١٢ قطب

عدد مجموعات الوجه = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجموعات

$$\text{عدد مجارى المجموعة الواحدة} = \frac{٣٦ \times ٦}{١٢ \times ٣} = ٢ \text{ مجرى}$$

خطوة اللف = ٢ + ٣ = ١ — ٥

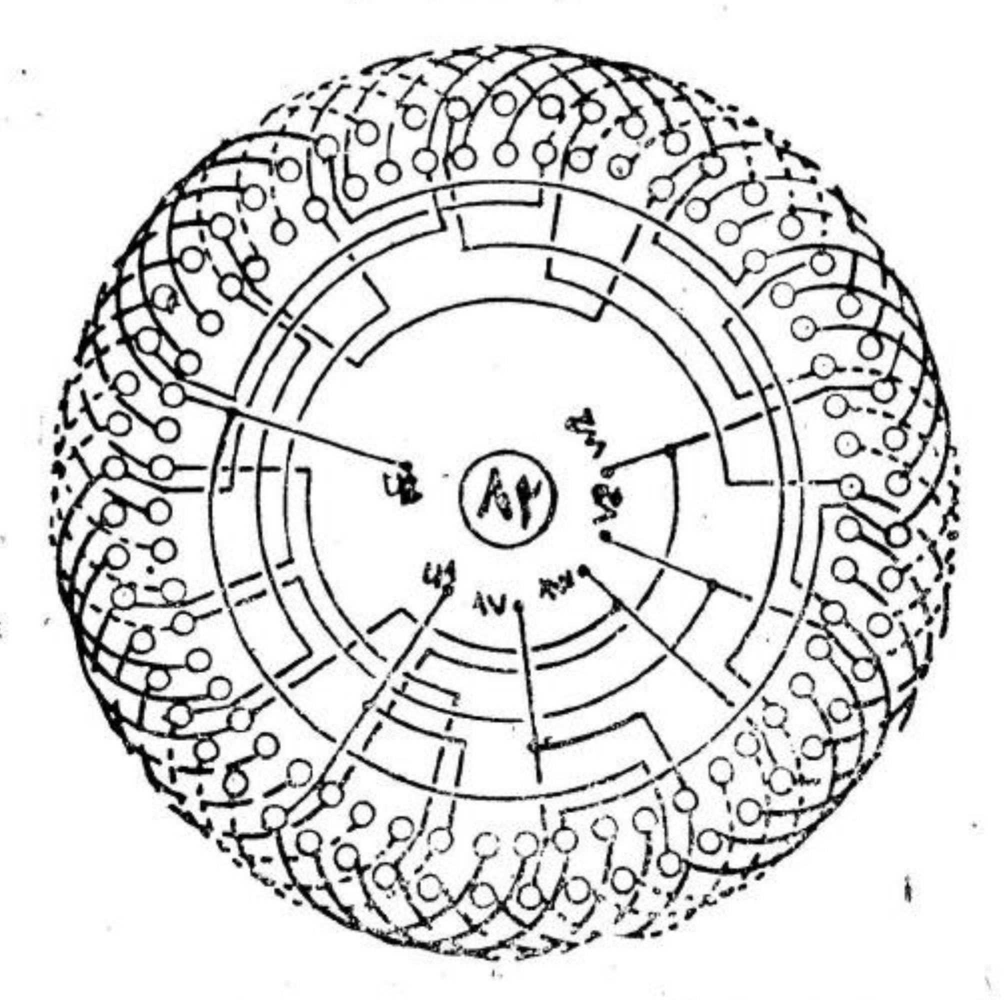
عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٦ = ٣٠°

بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ٣٠° = ٤ مجرى

محرك يحتوى على ٥٤ مجرى ٦/١٢ قطب

خطوة اللف ١ — ٦



عدد المجارى الكلية = ٥٤ مجرى

السرعة الصغيرة = ١٢ قطب

عدد مجموعات الوجه = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجموعات

عدد مجارى المجموعة الواحدة = $\frac{٥٤ \times ٢}{١٢ \times ٣}$ = ٣ مجرى

خطوة اللف = ٣ + ٣ = ١ — ٦

عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = ٥٤ ÷ ٦ = ٩ مجرى

قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٩ = ٢٠°

بعد البدايات للاوجه = ١٢٠° ÷ ٢٠° = ٦ مجرى

# تقسيم محركات ثلاثة أوجه

## ثلاث سرعات

بعد التعرف على طريقة تقسيم ولف وتوصيل محركات التيـــار المتغير التى تعمل على ثلاثة أوجه وتعـــطى سرعتين ننتقل بعد ذلك الى نفـــس المحركات ولكن لكى تعطى ثلاثة سرعات .

عند تقسيم هذه المحركات واعدادها للف الملفات الخاصة بسرعات المحرك الثلاث نجد أن عملية التقسيم هى العملية المتبعة فى حالة السرعتين من حيث البيانات المطلوبة وتنفيـــذ القوانين وقد يتبين هـــذا عند اتبـــاع الآتى :

١ ـــ أوجد عدد مجارى المحرك الكلية .

٢ ـــ معرفة سرعات المحرك الثلاثة وتحويل كل منها إلى ما يقابلها من عدد الأقطاب .

٣ ـــ معرفة عدد مجموعة الوجه الواحد = عدد اقطـــاب السرعة الصغيرة ÷ ٢ = مجموعة .

٤ ـــ معرفة عدد ملفات المجموعة الواحدة =

$$\frac{\text{عدد المجارى الكلية} \times ٢}{\text{عدد اقطاب السرعة الصغيرة} \times ٣} = \text{ملف}$$

٥ خطوة اللف = عدد ملفات المجموعة الواحدة + ٣ = مجرى

## مثـــال

محرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٢٤ مجرى يعطى سرعات مقـــدارها ( ٧٥٠ ، ١٤٢٥ ، ٢٨٥٠ ) لفة/دقيقة يراد تقسيمه واعادة لفه .

## التقســيم

السرعة الأولى ( ٧٥٠ ) لفة/دقيقة = ٨ قطب
السرعة الثانية ( ١٤٢٥ ) لفة/دقيقة = ٤ قطب
السرعة الثالثة ( ٢٨٥٠ ) لفة/دقيقة = ٢ قطب
عدد مجموعات كل وجه = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعة

عدد ملفات المجموعة الواحدة = $\frac{٢٤ \times ٢}{٨ \times ٣}$ = ٢ ملـــف

خطوة اللف = ٢ + ٣ = ١ — ٥ مجرى

## مثــال آخر

محرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٣٦ مجرى يعـــطى سرعات مقدارها ( ٧٠٠ ، ١٤٠٠ ، ٢٨٠٠ ) لفة/دقيقة يراد تقسيمه واعادة لفه .

## التقســيم

السرعة الأولى ( ٧٠٠ ) لفة/دقيقة = ٨ قطب
السرعة الثانية ( ١٤٠٠ ) لفة/دقيقة = ٤ قطب
السرعة الثالثة ( ٢٨٠٠ ) لفة/دقيقة = ٢ قطب
عدد مجموعات الوجه الواحد = ٨ ÷ ٢ = ٤ مجموعة

عدد ملفات المجموعة الواحدة = $\frac{٣٦ \times ٢}{٨ \times ٣}$ = ٣ مجموعة

خطوة اللف = ٣ + ٣ = ١ — ٦ مجرى

بعد عملية التقسيم السابقة لأى محرك يحتوى على ثلاثة سرعات نبدأ فى عملية اعداد الملفات على أساس جانبان فى المجرى ويكون مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف على أساس أن المحـــرك سرعة واحدة وهى السرعة الصغيرة .

عند اسقاط الملفات نبدأ بملفات المجموعة الأولى للوجه الأول ونعطى لبدايتها رقم (**A1**) ونهايتها رقم (**B1**) ثم اعطى للمجموعة التى تليهـــا وهى لوجه آخر عند اسقاطها البداية رقم(A2) والنهاية (**B2**) وهـــكذا المجموعة الثالثة عند اسقاطها بدايتها (A3) ونهايتها (**B3**) واستمر فى هذا التسلسل للارقام والمجموعات عند اسقاطها حتى تنتهى كل المجموعات. وبذلك نجد فى حالة المحرك ( ٨/٤/٢ ) قطب سواء كان ٢٤ مجرى أو ٣٦ مجرى يخرج لنا أثنى عشر طرفا بداية واثنى عشر طرفا نهاية — اخرج هذه الأطراف جميعها الى علبة التوزيع حيث لا يوجد توصيل مجموعات داخل المحرك كما هو الحال فى السرعتين .

## توصيل أرقام المجموعات

فى هذا التقسيم تخرج جميع بدايات ونهايات المجموعات الى خارج المحرك حاملة أرقامها وعن طريق التوصيل لهذه الأرقام وبعضها يمكن الحصول على السرعات المطلوبة حسب الآتى :

## للحصول على السرعات فى حالة ( ٨/٤/٢ ) قطب

توصيل المجموعات لتشغيل المحرك على ( ٢ قطب ) ( ٢٨٠٠ لفة/دقيقة ) .

الوجه الأول وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( B 1 مع A 7, B 7 مع B 2, A 2 مع B 8 )

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( B 5 مع A 11, B 11 مع A 6 , B 6 مع B 12 )

الوجه الثالث وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( B 4 مع A 10, B 10 مع B 3, A 3 مع B 9 )

اطراف رءوس الدلتا وهى اطراف توصيل التيار

(A4 مع A1) طرف (A5 مع A8) طرف (A9 مع A12) طرف T

توصيل المجموعات لتشغيل على ( ٤ قطب ) ( ١٤٠٠ لفة/دقيقة )

الوجه الأول وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( A 7 مع B 1 ), ( B 4 مع A 10 )

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( B 5 مع A 11 ), ( A 2 مع B 8 )

الوجه الثالث وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( B 3 مع A 9 ), ( A 12 مع B 6 )

توصيل نقطة النجمة

( A1 مع B 10 مع A 5 مع B 2 مع A 3 مع B 12

اطراف توصيل التيار

(B7,A4) طرف R (A8 مع B11) طرف S (A6 مع B9) طرف T

توصيل المجموعات لتشـــغيل المحـــرك على ( ٨ قطب )
( ٧٠٠ لفة/دقيقة ) .

الوجه الأول وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( B 5 مع A 11, B 11 مع A 8, B8 مع A 2 )

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( A10 مع B 4, A 4 مع B7, A 7 مع B 1 )

الوجه الثالث وصل الأرقام الآتية مع بعضها

( A 12 مع B 6, A 6 مع B 9, A 9 مع B 3 )

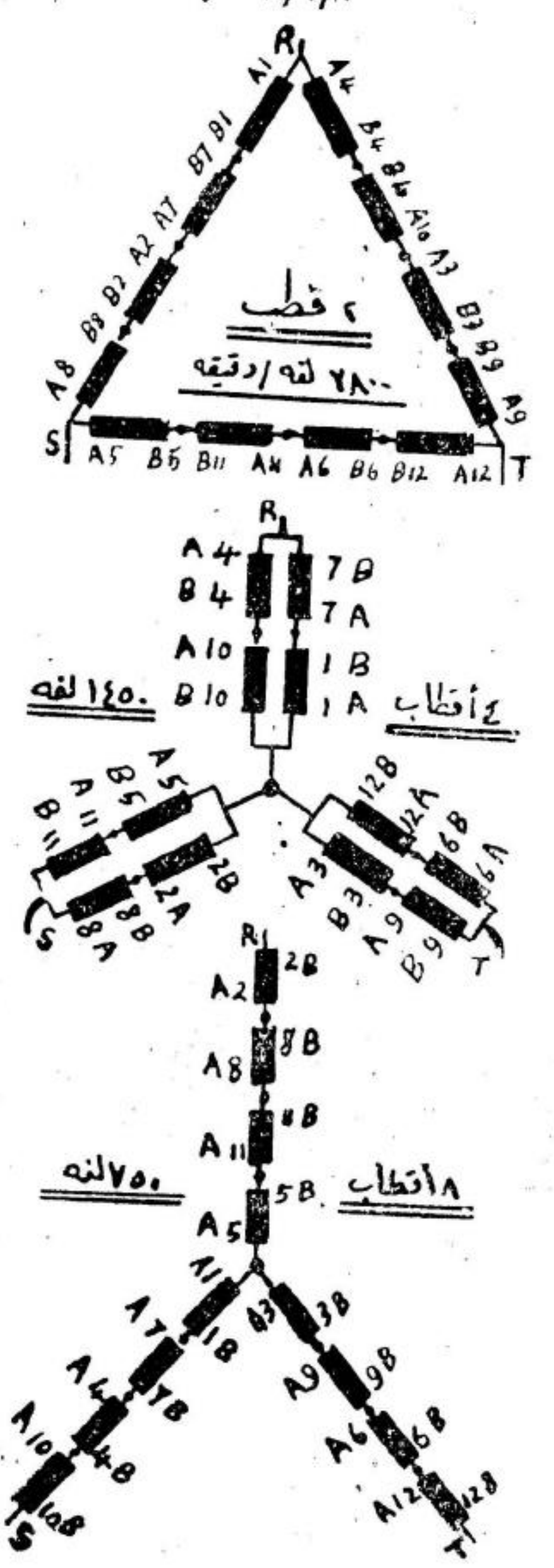
توصيل نقطة النجمة

( A 5 مع A 3 مع A 1 )

أطراف توصيل التيار

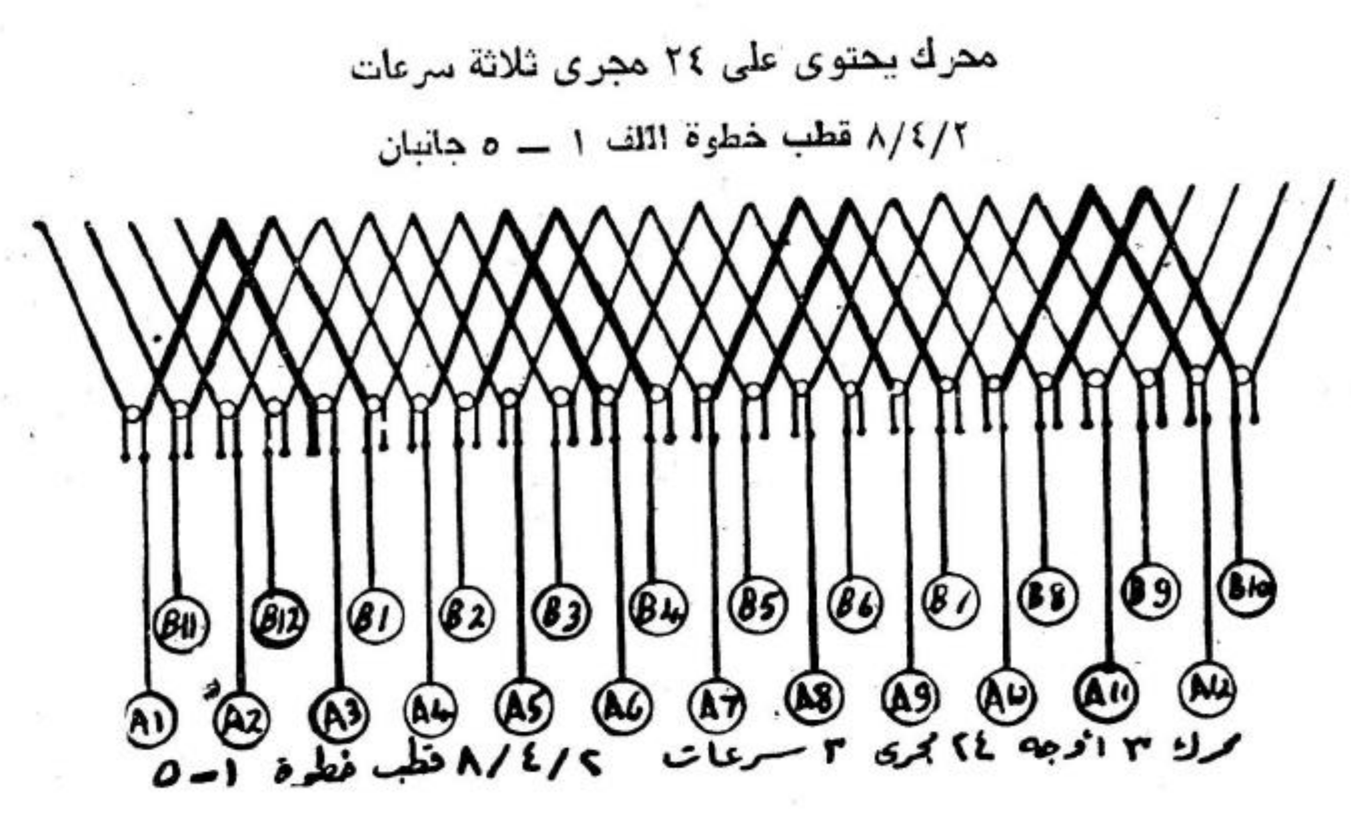
( B 2 ) طرف R ( B 10 ) طرف S ( B 12 ) طرف T

# دوائر توصيل المجموعات لسرعات
## ٨/٤/٢ قطب



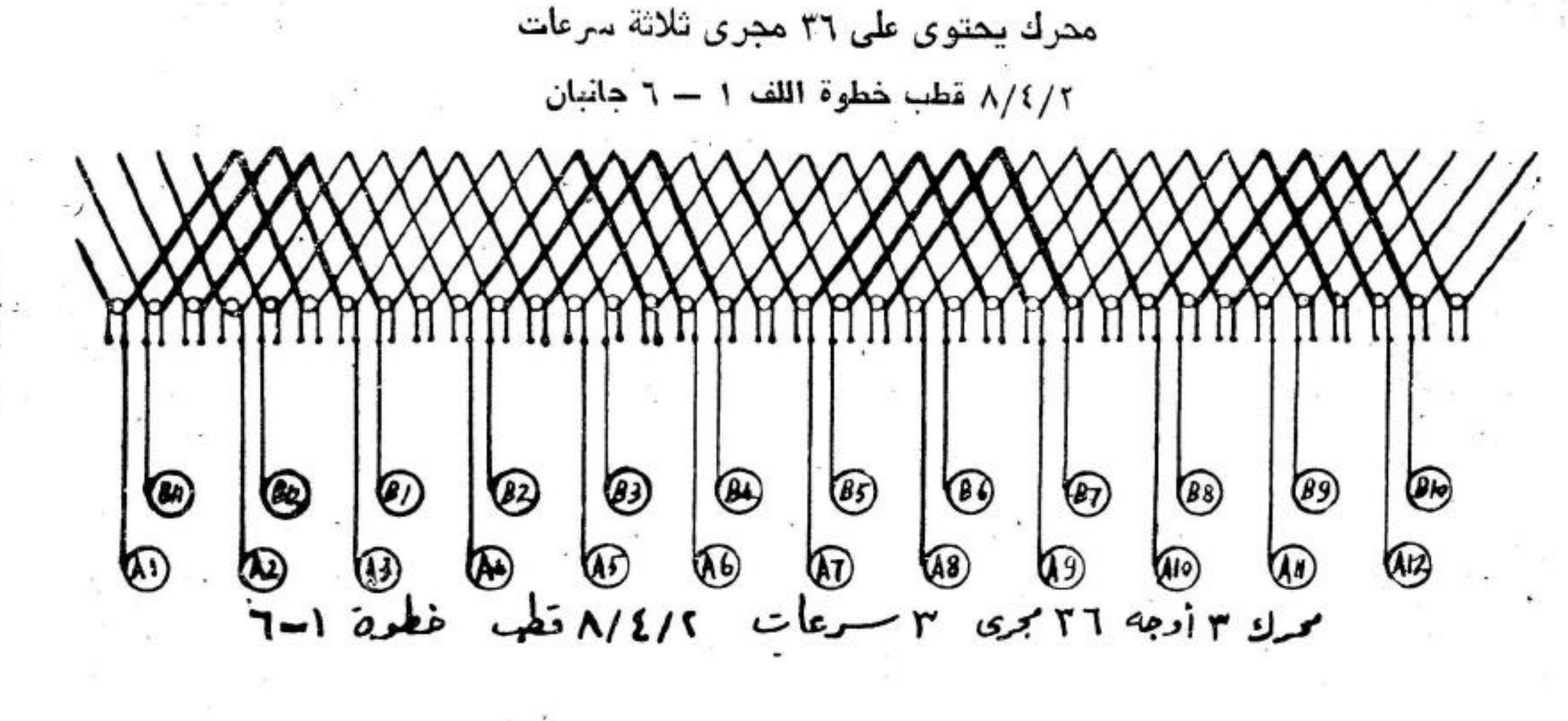
محرك يحتوى على ٢٤ مجرى ثلاثة سرعات

٢/٤/٨ قطب خطوة الالف ١ — ٥ جانبان



محرك يحتوى على ٣٦ مجرى ثلاثة سرعات

٢/٤/٨ قطب خطوة اللف ١ — ٦ جانبان




محرك ٣ أوجه ٣٦ مجرى ٣ سرعات ٢/٤/٨ قطب خطوة ١–٦

# نوع آخــر

## لمحركات ثلاثة سرعات

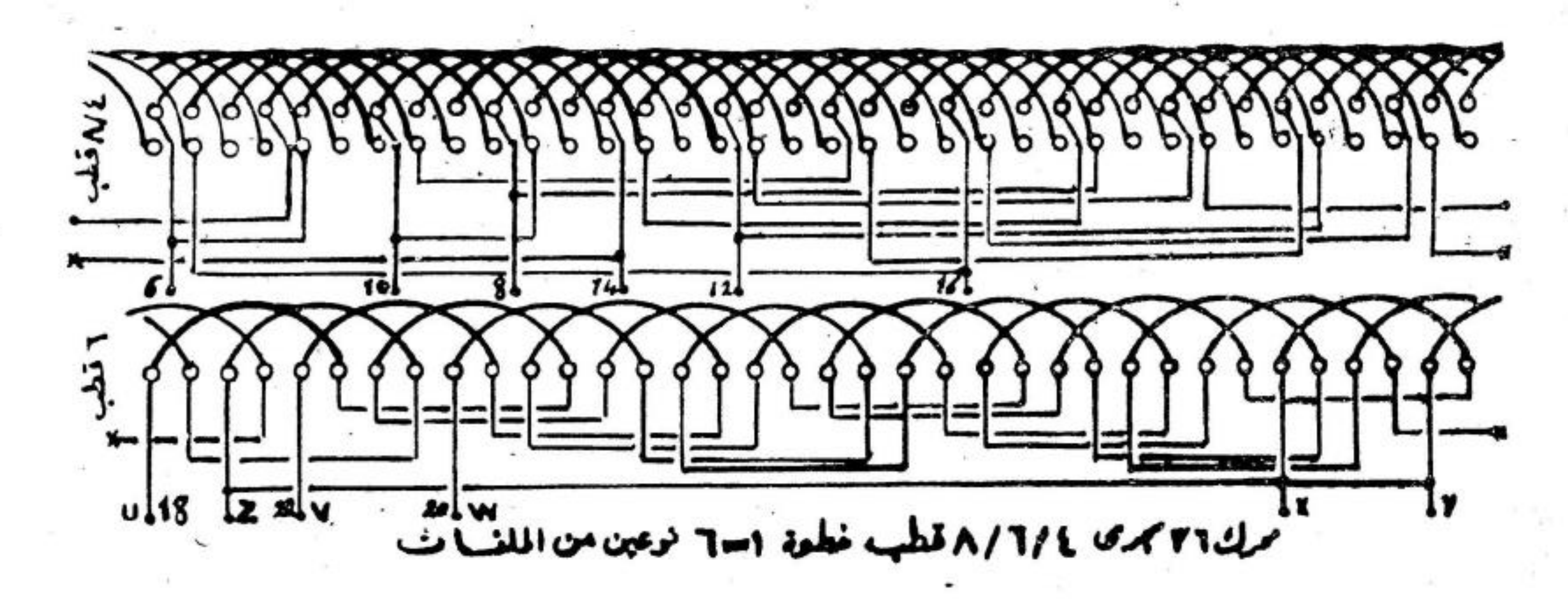
فى هذا الضوع الجديد من المحركات يختلف من حيث التقسيم للفات السرعات الثلاث فنجد مثــلا اذا كان المحرك يعطى سرعات الأقطــاب ( ٨/٦/٤ ) قطب فان ملفات المحرك الخاصة بالسرعتين ( ٨/٤ ) قطب نقسم بطريقة السرعتين العادية والسابق شرحها فى بابها الخاص ، أما ملفات سرعة (٦) قطب نجدها تلف بسلك اخر مستقل على أساس محرك ( ٦ ) قطب سرعة واحدة وبذلك يكون بالمحرك نوعين من الملفات ويكون بالمجرى ثلاثة جوانب من الملفات جانبان للسرعتين ( ٨/٤ ) قطب وجانب للسرعة (٦) قطب وهكذا اذا كان المحرك (٦/٤/٢) قطب .

بالنسبة لهذا النوع من المحركات نجد لها مفتاح تشــغيل خاص كما هو مبين بالرسم الآتى للمفاتيح حيث نجد هناك نوع يدوى وعن طريق تحريك يد المفتاح يمكن الحصول على السرعة المطلوبة ، كما نجد نوع آخر وهو للسرعة ( ٦ قطب ) وضع منفرد خاص بها مع المفتاح والسرعتين ( ٨/٤ قطب ) لهما وضع خاص مع المفتاح .

ملاحظة : هذا النوع من لف المحركات يجب الالتزام بخطوة لف واحدة لكل من السرعتين ( ٨/٤ قطب ) وكذا سرعة ( ٦ قطب ) وتوصل مجموعات السرعتين وتخرج أطرافها الخاصة برءوس الدلتا والوسط وكذا تخرج أطراف توصيل ملفات السرعة ( ٦ قطب ) الثلاثة وهى اطراف النجمة كما هو موضح بدائرة المفتاح مع مراعاة ارقام نقط توصيل أطــراف السرعتين بالمفتــاح ( ٦ ، ١٠ ، ٨ ، ١٤ ، ١٢ ، ١٦ ) ونقط توصيل اطراف السرعة الواحدة ( ٦ قطب ) هى ( ١٨ ، ٢٢ ، ٢٠ ) ويمكن مراجعة هذا على ارقام اطراف اللف بالرسم ونقط التوصيل لتغذية المحرك بالمفتاح .

محرك يحتوى على ٣٦ مجرى ثلاثة سرعات

٨/٦/٤ قطب خطوة اللف ١ — ٦ ثابتة لجميع الملفات




محرك ٣٦ مجرى ٨/٦/٤ قطب خطوة ١—٦ نوعين من الملفات

## دوائر التشغيل والتحكم والحماية

عند تكوين أى دائرة تشغيل محرك لابد من استعمال أدوات وأجهزة خاصة تتبع نوعية تشغيل المحرك وتخضع لقيمة ضغط التشغيل وشدة تيار الدائرة التابعة لقدرة المحرك .

هذه الأدوات والأجهزة الكهربية تشمل المصهرات والفولت والأمبير ومصابيح الاشارة ومفاتيح التشغيل والكونتاكتورات والقواطع . .

عند استعمال الكونتاكتورات نجد لكل عملية نبدأ بها التشغيل أو نستعمل أثناء التشغيل نجد لكل عملية من هذه العمليات كونتاكتور خاص بها فمثلا اذا كان المحرك المستعمل يحتاج بدء تشغيله بطريقة النجمة ثم يعمل بعد ذلك على الدلتا نجد لتوصيله النجمة كونتاكتور خاص وتوصيله الدلتاكونتاكتور آخر هذا بخلاف الكونتاكتور الخاص بالتغذية كما نجد أن الدائــرة تزود بالقاطع أو الفاصل المناسب سواء كان هذا القاطع من النوع الحــرارى أو المغناطيسى أو الذى يجمع ما بين الحرارى والمغناطيسى بحيث يتحكم هذا القاطع فى دائرة المحرك سواء عند تشغيله نجمة أو عند تحويله على الدلتا أى تزود الدائرة بقاطع واحد لكل وجه..

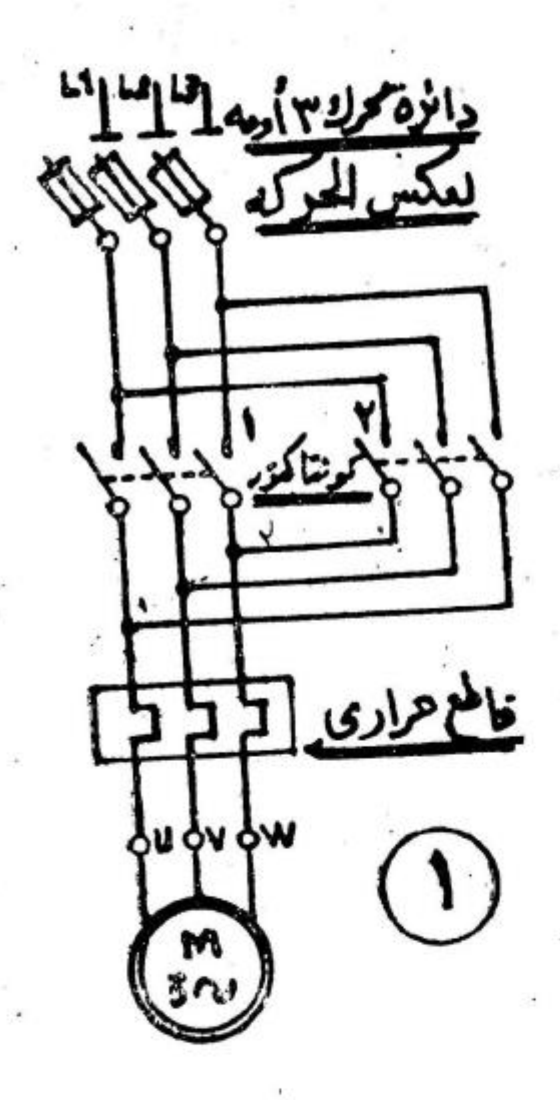
أما اذا كان المحرك ذو سرعتين فنجد فى هذه الحالة لكل دائرة توصيل المحرك لأخذ سرعة معينة قاطع خاص بها هذا الى جانب الكونتاكتور الخاص بهذه السرعة اى تزود الدائرة بقاطعين .

هناك دوائر لا تستعمل فيها الكونتاكتورات وتستعمل مفاتيح التشغيل وهى مختلفة الانواع حيث نجد منها اليدوى الاستعمال او الاتوماتيكى مثل مفاتيح التشغيل المباشر أو مفاتيح عكس الحركة ومفاتيح النجم/الدلتـــا ومفاتيح السرعات وعند اختيار اى نوع من هذه الأنواع لابد أن يراعى ايضا قيمة ضغط التشغيل وقيمة شدة التيار ونوع المفتاح المناسب للعملية المراد تشغيل المحرك عليها .

والرسومات الآتية توضح بعض دوائر التشغيل والتحكم المختلفة سواء باستعمال الكونتاكتورات أو المفاتيح الخاصة بنوعية تشغيل المحرك .

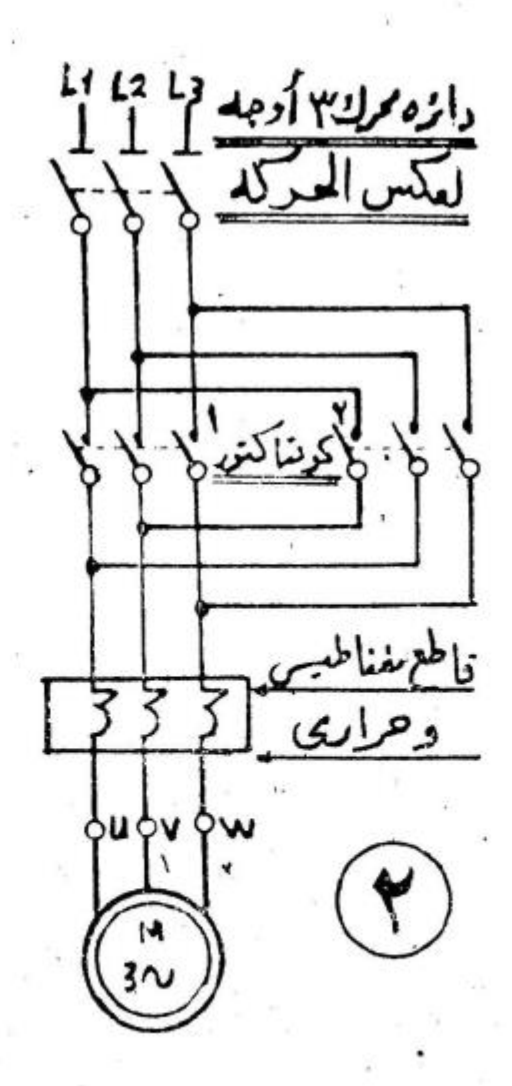
وعلى هذا يجب أن نعرف أن حماية دائرة المحرك من أى خطـــر يحدث بواسطة المصهرات لا يكفى ولكن ونحن اليوم فى عصر التكنولوجيا لابد من استعمال الوسائل الأكثر سرعة وأكثر حماية ضــد اى قصر فى الدائرة او زيادة الحمل المفاجىء أو سقوط أحد الأوجه أو انقطاع التيـــار الكهربى وذلك عن طريق استعمال هذه الكونتاكتورات مع أنواع القواطع والريليهات وليس معنى هذا الاستغناء عن المصهرات ولكن لابد من وضع المصهرات فى كثير من الحالات أو حسب نوع القاطع الموجود فى الدائرة .

## دائرة عكس حركة محرك ثلاثة أوجـــه



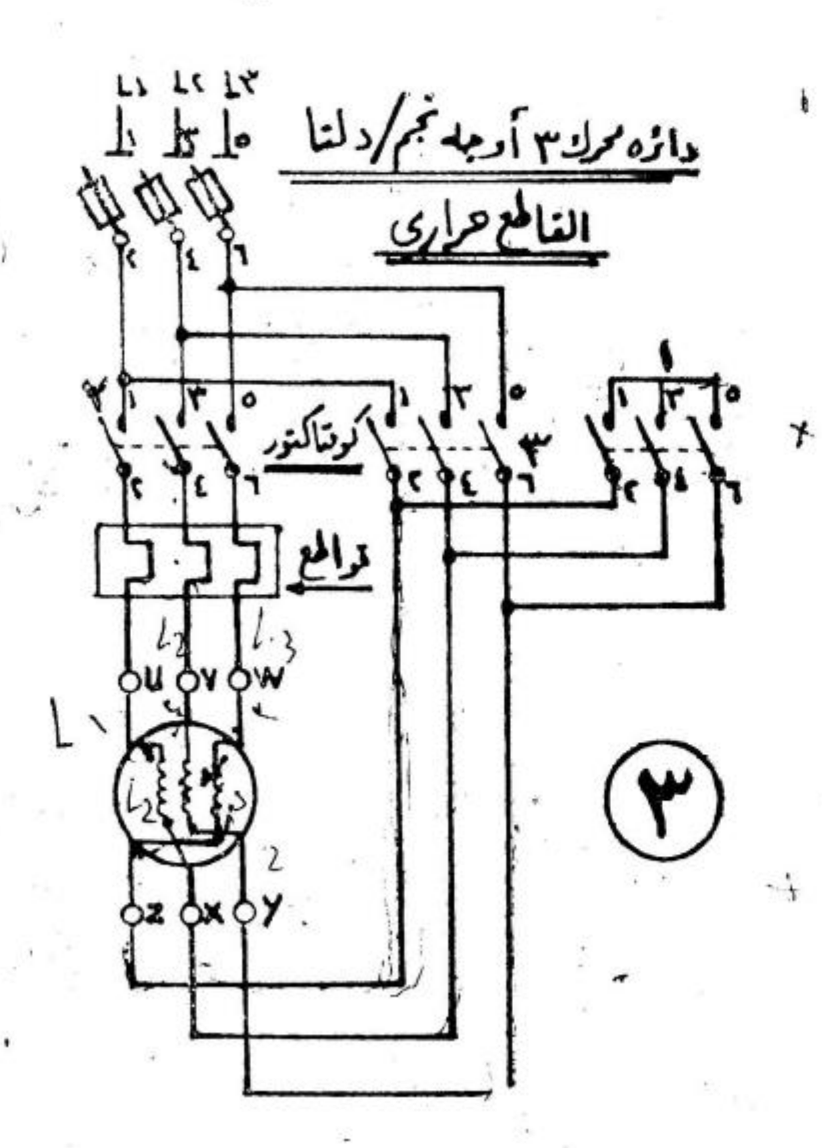
فى هذه الدائررة يوجد عدد اثنين كونتاكتور وعدد واحد قاطع من النوع الحرارى حيث نجد عند استعمال الكونتاكتور رقم (١) وفتح رقم (٢) يعطينا المحرك سرعة دوران فى اتجاه اذا أردنا تغيير اتجاه دوران المحرك نفتح رقم (١) ويستعمل الكونتاكتور رقم (٢) نلاحظ عند استعمال قاطع حرارى نستعمل المصهرات فى التغذية .

**دائرة اخرى لعكس حركة محرك ثلاثة اوجه**




فى هذه الدائرة استبدل القاطع الحرارى بقاطع آخر من نوع مغناطيس حرارى ونلاحظ عند استعمال هذا النوع من القواطع لا نستعمل مصهرات وفى هذه الدائرة نجد ان الكونتاكتور رقم (١) خاص باتجاه للدوران ورقم (٢) خاص باتجاه آخر للدوران .

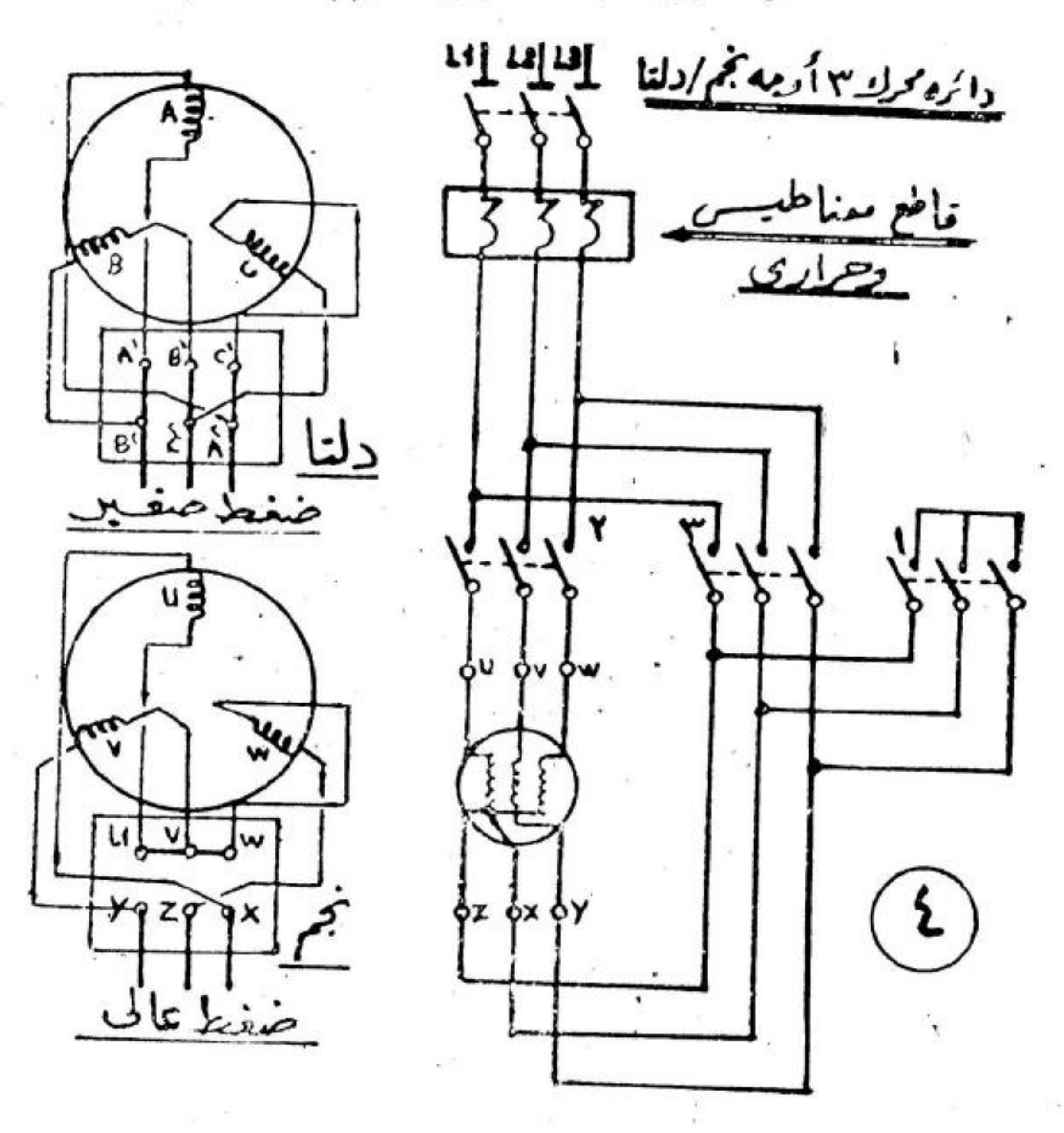
## دائرة محرك ثلاثة أوجه نجم/دلتـــا




فى هذه الدائرة استعمل قاطع من النوع الحرارى مع اســـتعمال المصهرات كما نجد أن هناك عدد ثلاثة كونتاكتور يستعمل فيها رقم (١) ورقم (٢) لتشغيل المحرك نجمة مع ترك رقم (٣) دون استعمال .

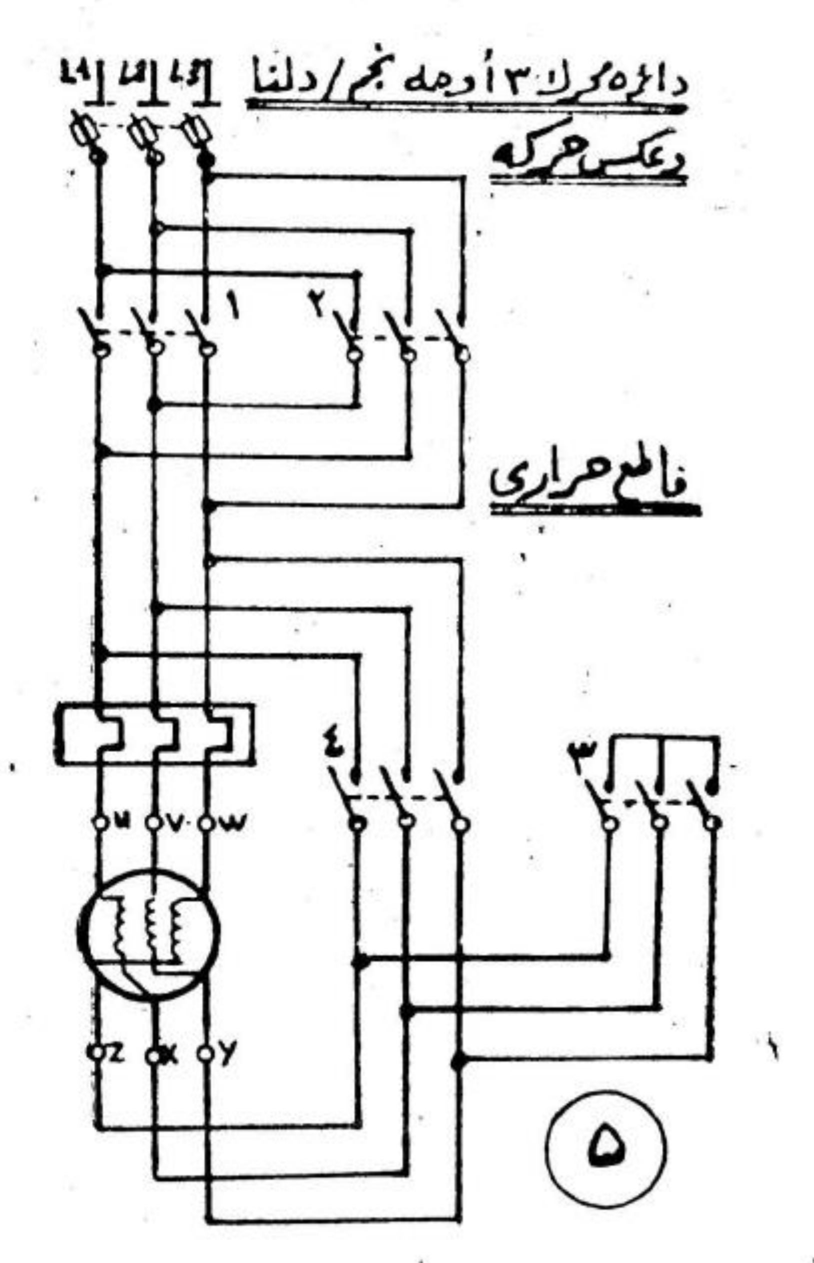
عند تحويل المحرك على الدلتا يفتح الكنتاكتور رقم (١) ويوصـــل رقم (٣) مع رقم (٢) باقى التوصيل .

دائرة اخرى لمحرك ثلاثة أوجه نجم/دلتا




في هذه الدائرة استبدل القاطع الحرارى باخر من النوع المغناطيسى الحرارى ولذا لم تستعمل المصهرات أما تشغيل الكونتاكتورات الثلاثة فهو رقم (١) ورقم (٢) لتشغيل نجمه ورقم ٣ ورقم ٢ لتشغيل الدلتا .

## دائرة محرك ثلاثة أوجه نجم/دلتا
## مع عكس حركة




فى هذه الدائرة نجد عدد الكونتاكتورات أربعة لكل منها عمل خاص كما نجد عدد واحد قاطع من النوع الحرارى مع استعمال المصهرات .

١ — عند تشغيل المحرك نجمه فى اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٣) .

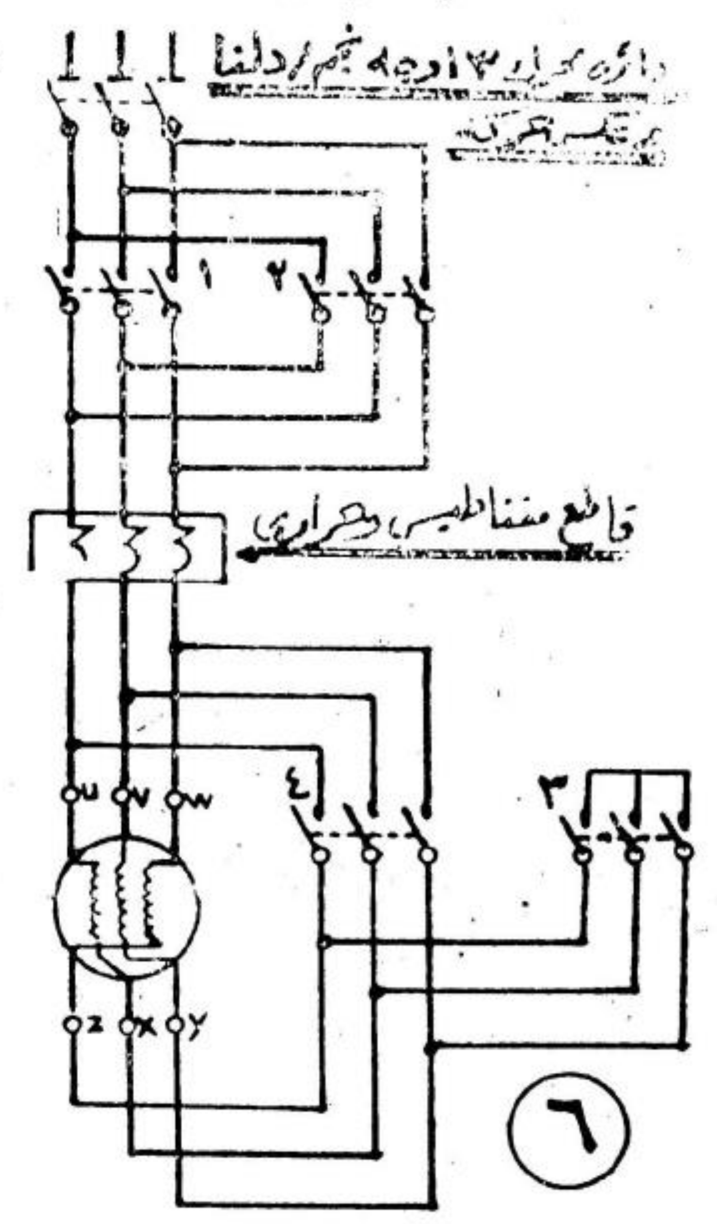
٢ — عند تشغيل المحرك نجمه فى اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) .

٣ — عند تشغيل المحرك دلتا فى اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٤) .

٤ — عند تشغيل المحرك دلتا فى اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٤) .

## دائرة اخرى لمحرك ثلاثة أوجه نجم/دلتا

### مع عكس حركة




فى هذه الدائرة استبدل القاطع الحرارى باخر من النوع المغناطيسى الحرارى مع عدم استعمال مصهرات اما تشغيل الدائرة للحصول على **اتجاه** دوران محدد سواء فى النجمة او الدلتا يكون كالآتى :

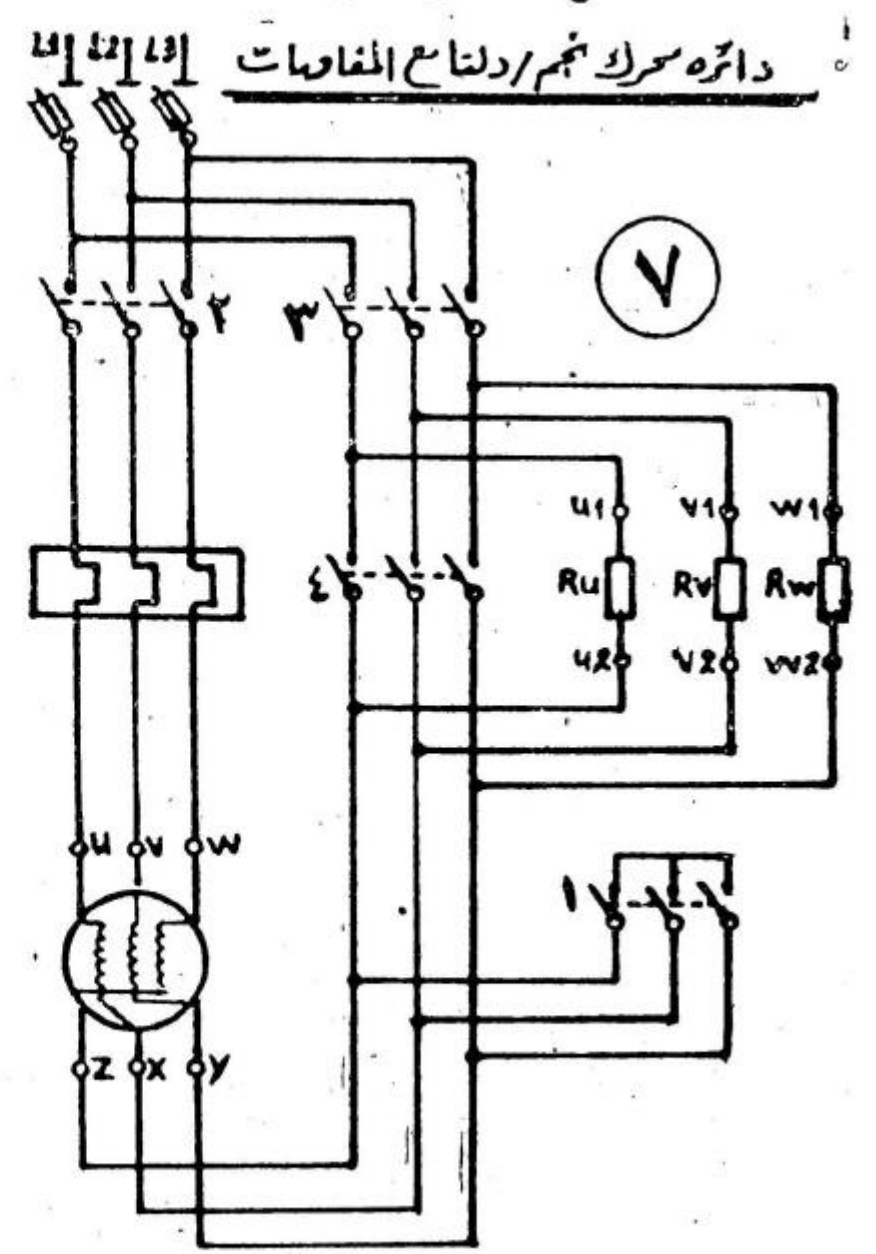
١ ــ نجمه فى اتجاه استعمل رقم (١) ورقم (٣) .

٢ ــ نجمه فى اتجاه اخر استعمل رقم (٢) ورقم (٣) .

٣ ــ دلتا فى اتجاه استعمل رقم (١) ورقم (٤) .

٤ ــ دلتا فى اتجاه آخر استعمل رقم (٢) ورقم (٤) .

دائرة محرك ثلاثة اوجه نجم/دلتا
مع استعمال المقاومات




فى هذه الدائرة استعمل عدد واحد قاطع حرارى مع استعمال عدد اربعة كونتاكتور بالاضافة الى المقاومات الثلاثة ولتشغيل المحرك نتبع الآتى:

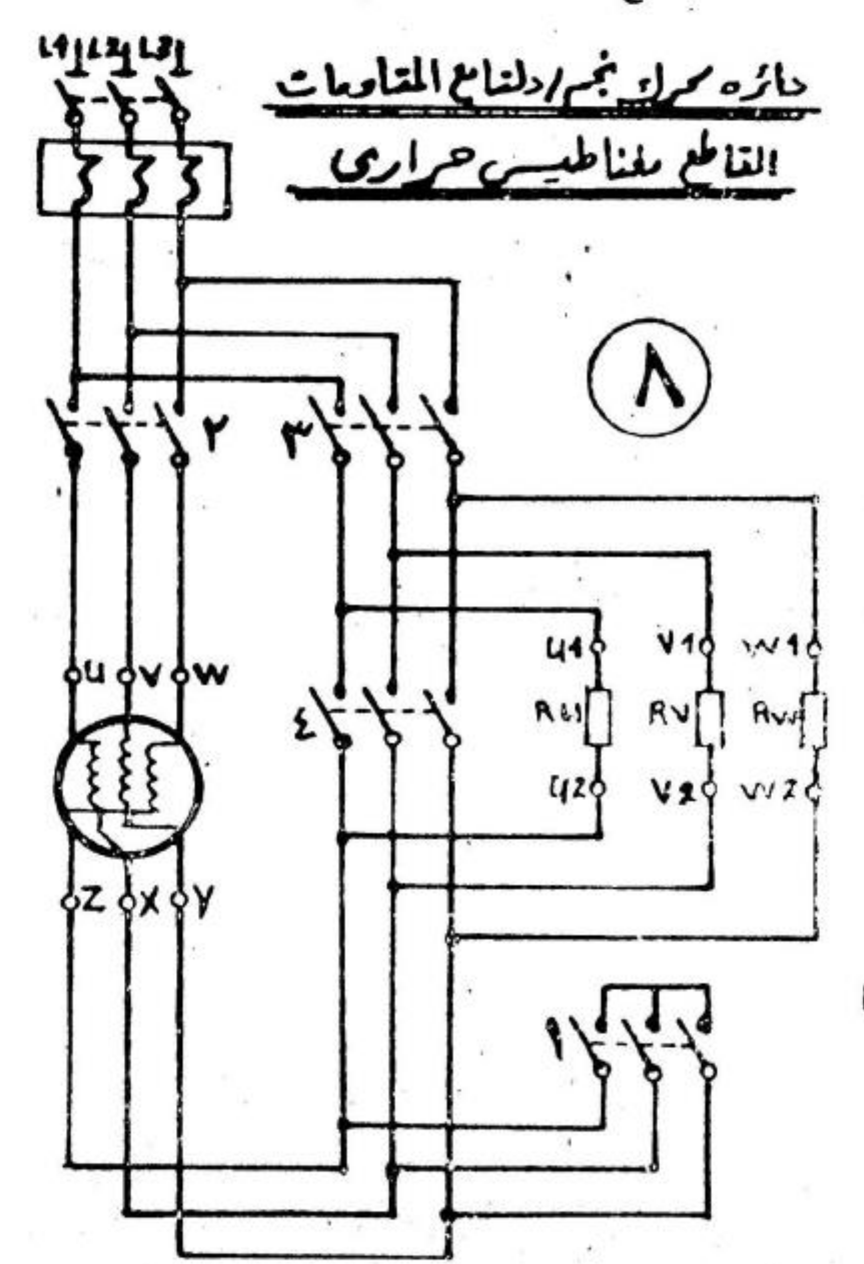
١ — تشغيل المحرك نجمه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٢) دون استعمال المقاومات .

٢ — تشغيل المحرك دلتا كبيرة نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) فتدخل المقاومات الثلاثة فى الدائرة .

٣ — تشغيل المحرك دلتا صغيرة نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) ورقم (٤) .

## دائرة محرك ثلاثة اوجه نجم / دلتــا

## مع استعمال المقــاومات



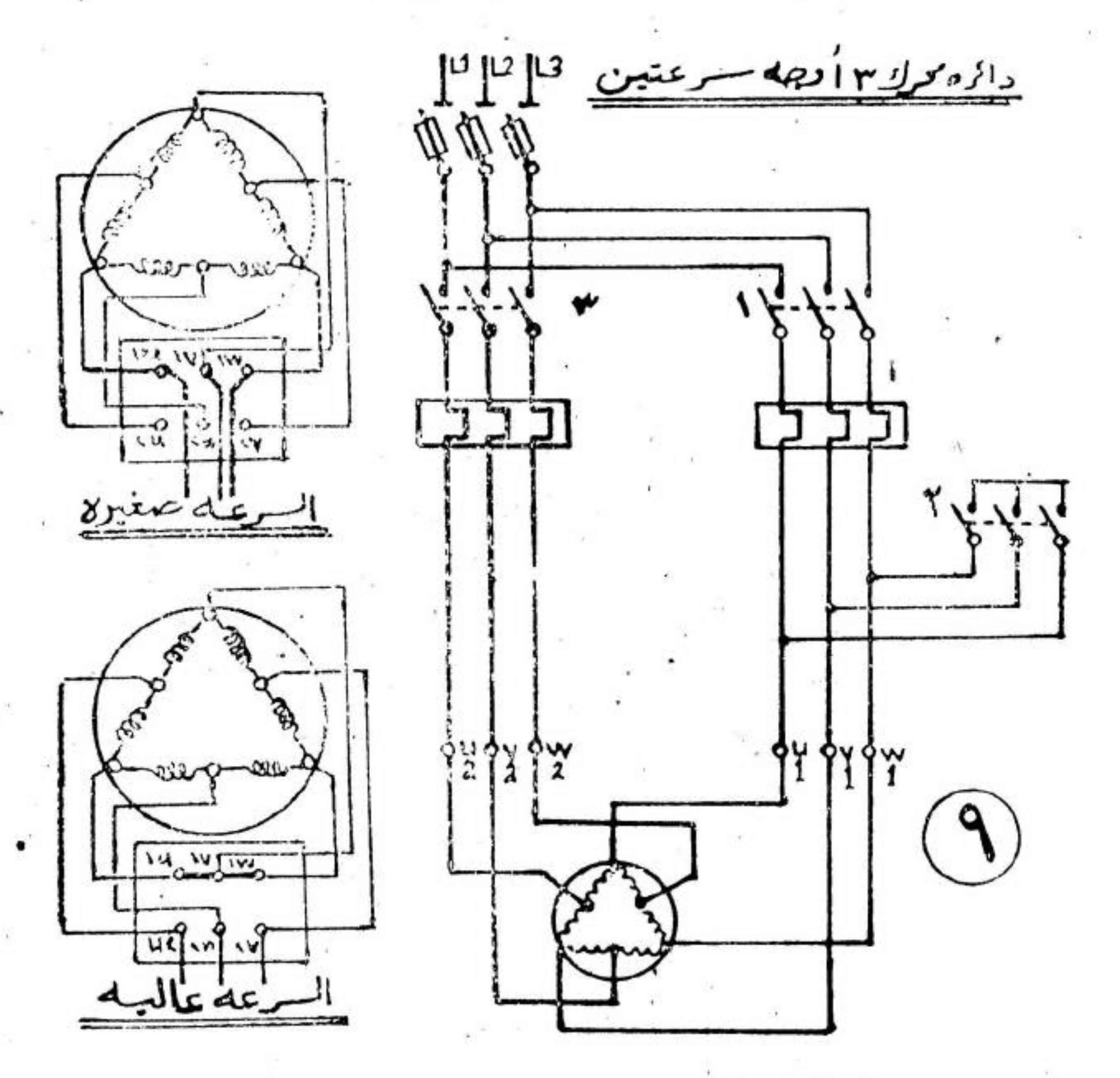

فى هذه الدائرة استبدل القاطع الحرارى باخر مغناطيسى حرارى اما تشغيل الدائرة لم يحدث بها اى تغيير .

١ — توصيل المحرك نجمه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٢) .

٢ — توصيل المحرك دلتا كبيرة نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) .

٣ — توصيل المحرك دلتا صغيرة نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) ورقم (٤) .

## دائرة محرك ثلاثة اوجه سرعتين

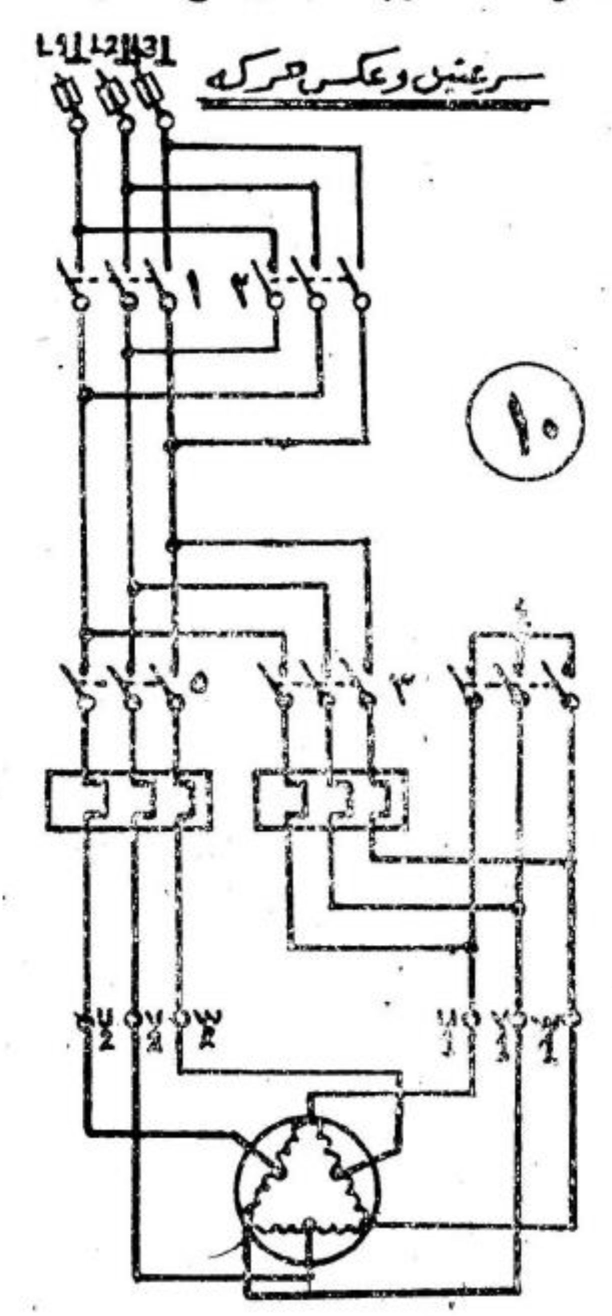



فى هذه الدائرة استعمل عدد اثنين قاطع حرارى وعدد اثنين كونتاكتور ولتشغيل المحرك لأخذ السرعة المطلوبة تنفذ الآتى :

١ — للحصول على السرعة المنخفضة نستعمل الكونتاكتور رقم (١) وهو الخاص بتغذية الدلتا .

٢ — للحصول على السرعة العالية نستعمل كل من الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) حيث نجد رقم (٢) الخاص بقفل أطراف الدلتا ورقم (٣) خاص بتغذية أطراف الوسط وهى توصيله النجمة المزدوجة .

## دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين مع عكس الحركة




فى هذه الدائرة استعمل عدد اثنين قاطع حـــرارى وعدد خمســـة كونتاكتور ولتشغيل المحرك للحصول على سرعة معينة وفى اتجاه معن نتبع الآتى :

١ ــ للحصول على سرعة منخفضة فى اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٣) .

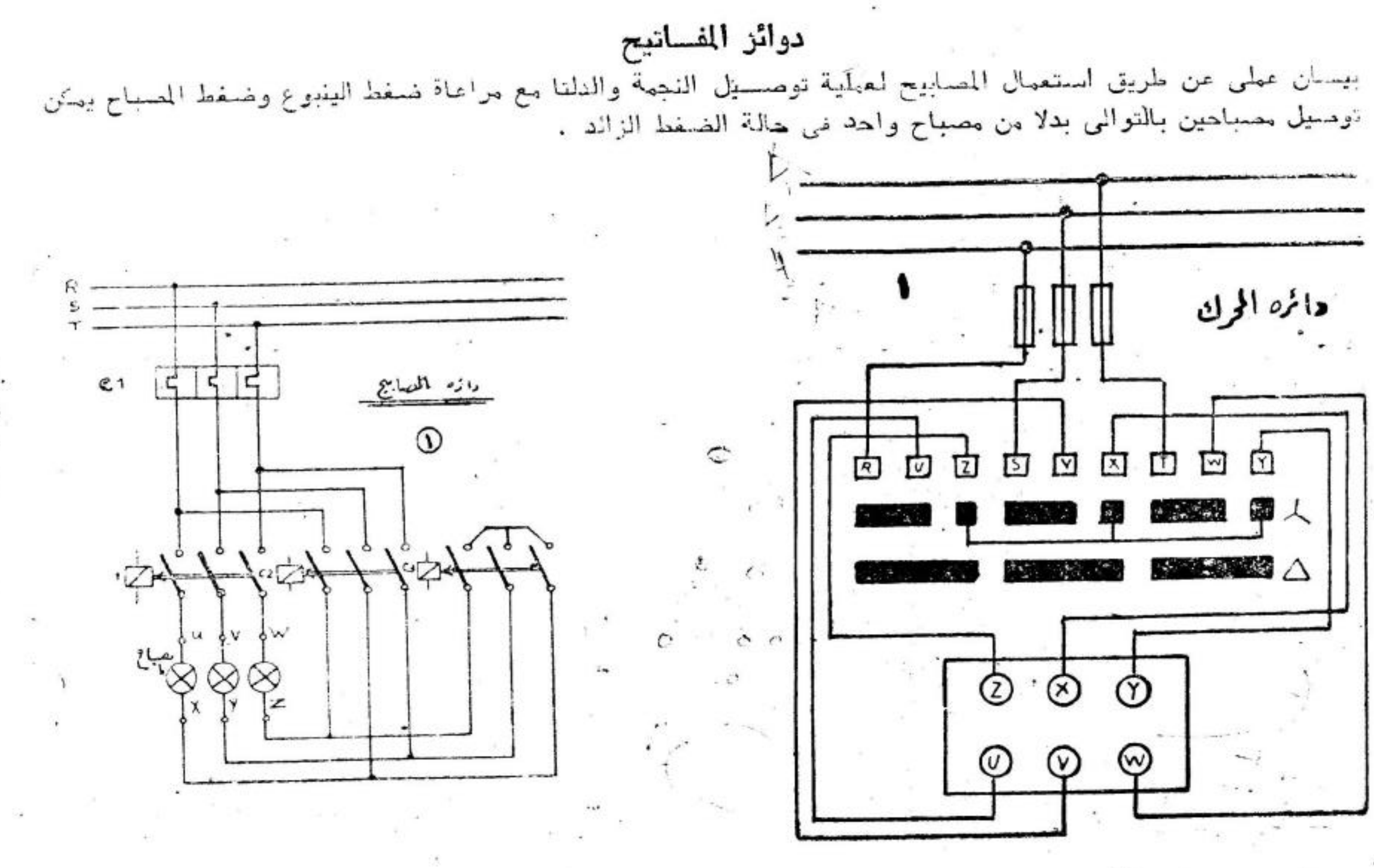
٢ ــ للحصول على سرعة منخفضة فى اتجاه آخر نســـــــتعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) .

٣ ــ للحصو لعلى سرعة عالية فى اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٤) ورقم (٥) .

٤ ــ للحصول على سرعة عالية فى اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٤) ورقم (٥) .

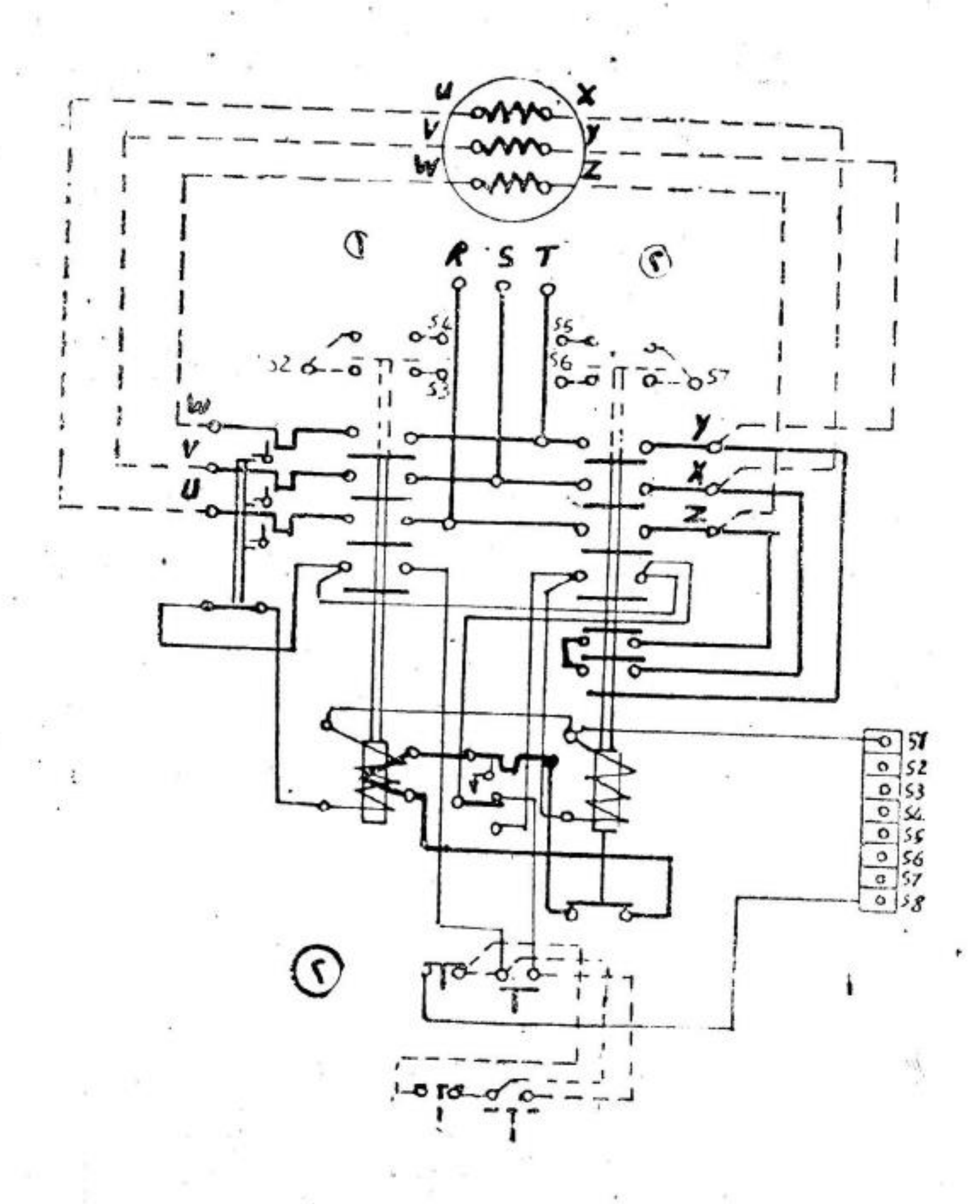
## دوائر المفاتيح

بيسان عملى عن طريق استعمال المصابيح لعملية توصيل النجمة والدلتا مع مراعاة ضغط الينبوع وضغط المصباح يمكن توصيل مصباحين بالتوالى بدلا من مصباح واحد فى حالة الضغط الزائد .



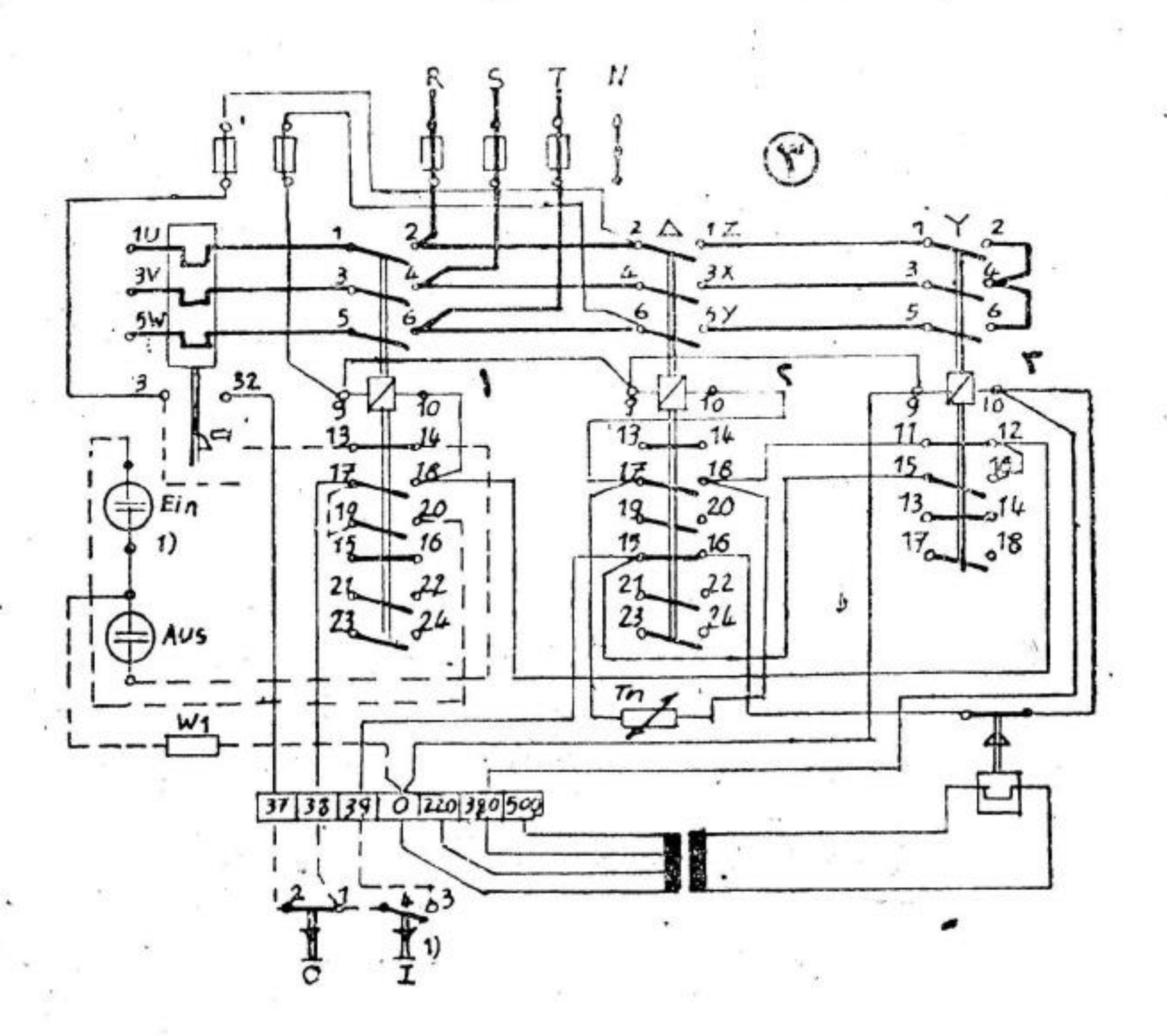
## ا دائرة محرك ثلاثة اوجه مع مفتاح نجمة/دلتا

فى هذا المفتاح نجده ذو لاقطين يقوم اللاقط رقم (١) **بتوصيل النجمة** ثم ينقل التيار الى اللاقط رقم (٢) فيقوم بفصل النجمة **وتوصيل الدلتا .**



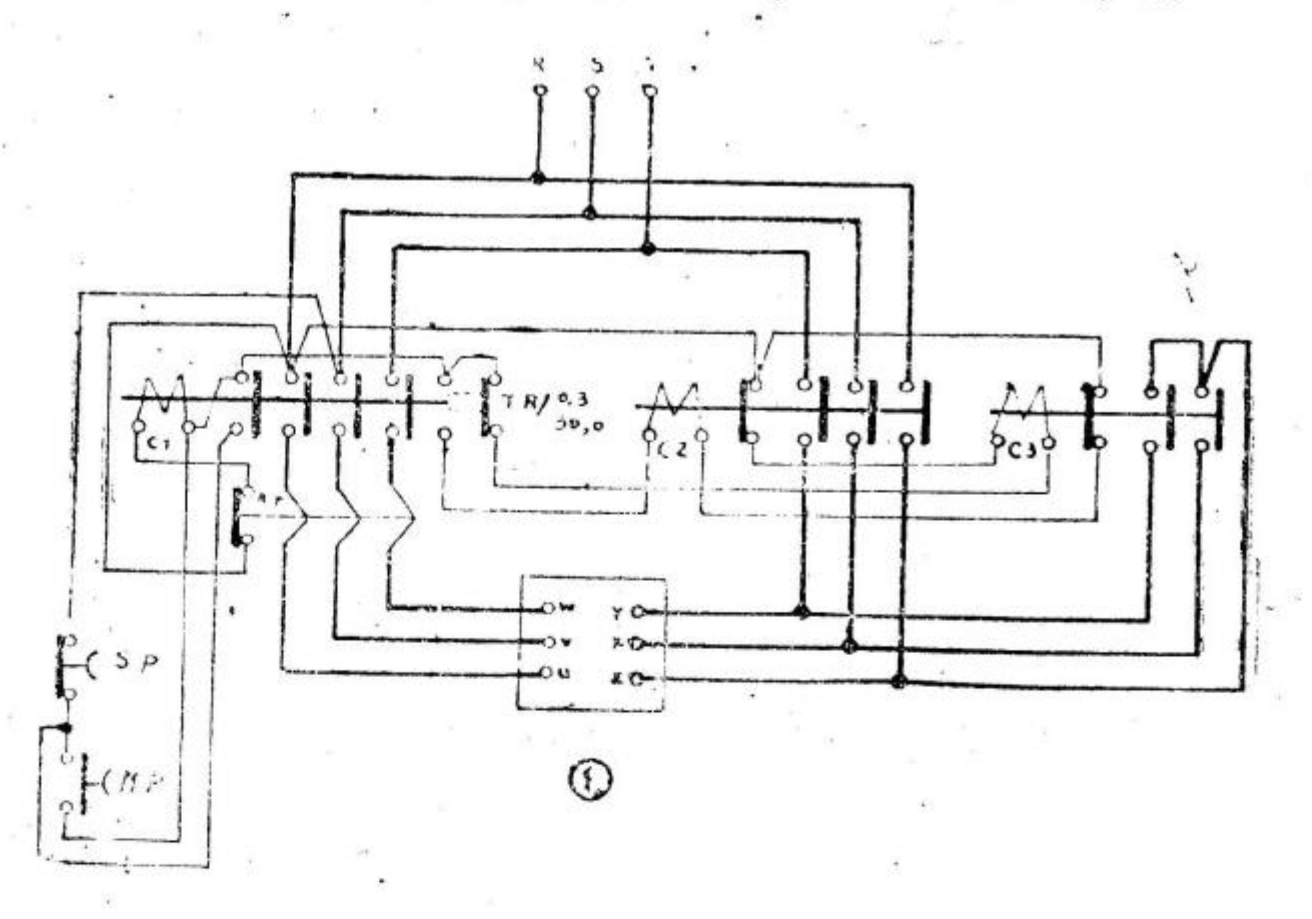
## نوع آخر لمفتاح تشغيل نجمة/دلتـــا

فى بعض الحالات يمكن استخدام مفتاح تشغيل نجمة / دلتـــا مزود بفاصل زمنى يقوم بعملية تحويل المحرك الثلاثة أوجه من وضع النجمة الى وضع الدلتا أتوماتيكيا حيث نجد فى هذا المفتاح رقم ( ١ ، ٣ ) يعملا فى حالة توصيل المحرك نجمة ورقم (٢) يعمل لتوصيل المحرك دلتا بعد أن يتم فصل رقم (٣) أتوماتيكيا .



## مفتاح تشغيل نجمة / دلتا مزود بمغناطيسيات وفاصل زمني

في هذا المفتاح نجد عند الضغط على ضاغط التشغيل (MB) يشتغل المفتاح ( C 1 ) ويشتغل معه في نفس الوقت المفتاح ( C 3 ) وبعد زمن محدد يفصل الريلاية الزمني عن المفتاح ( C 3 ) وهو الموصل نجمة ويوصل المفتاح ( C 2 ) الموصل دلتا ويستمر المحرك في حكة تشغيله على وضع دلتا أما الضاغط ( S P ) فهو لفصل التيار عن المحرك .

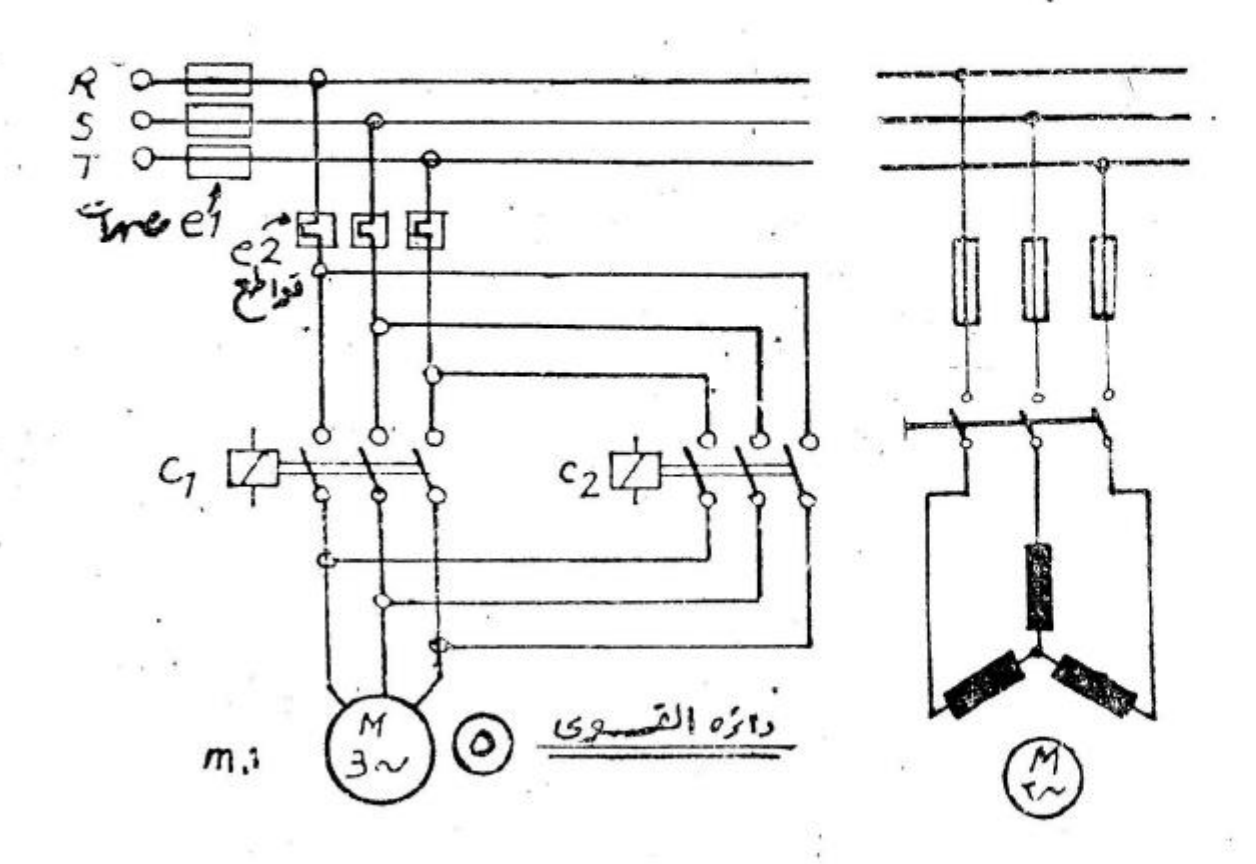



(٤)

## عكس اتجاه دوران المحرك

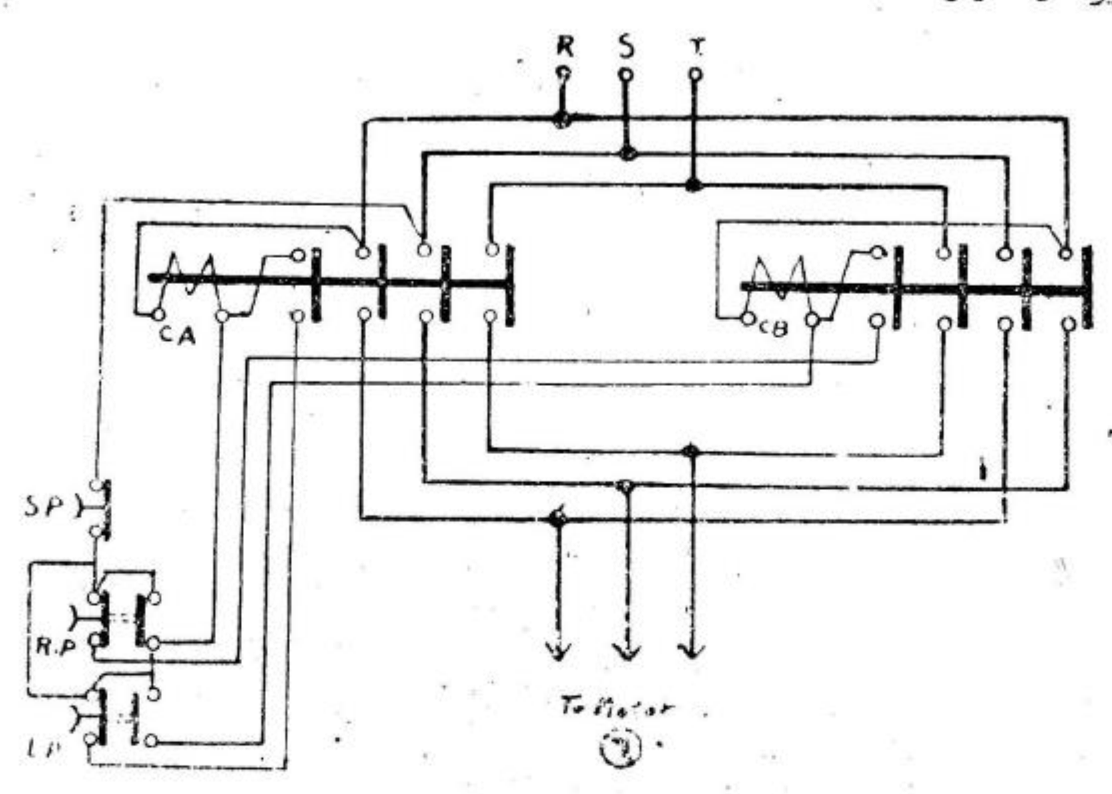
فى بعض الحالات عند تشغيل المحرك الثلاثة اوجه على الينبوع نجده يدور فى اتجاه مخالف لنوعية العمل وعلى هذا يتطلب الأمر عكس اتجاه دورانه .

ان عملية عكس اتجاه دوران المحرك فى حالة الثلاثة أوجه تحتاج الى تبديل وجه واحد مكان وجه آخر فى تغذية المحرك ويمكن اتمام هـذه العملية يدويا أو عن طريق استعمال نوع من المفاتيح يقوم بتبديل وجه مكان آخر بالنسبة لأطراف تغذية المحرك .

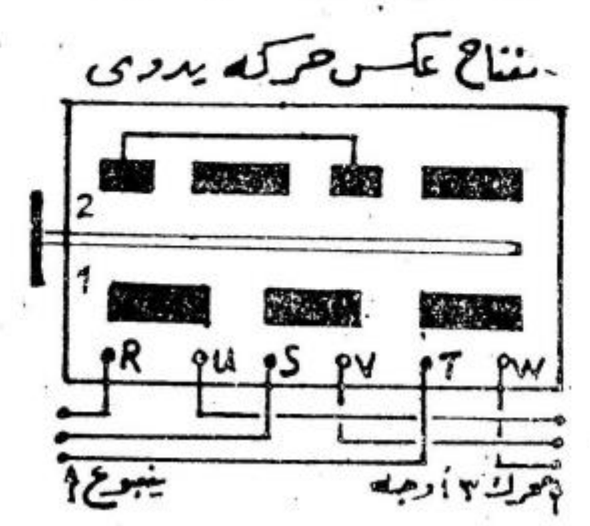


## دائرة أخرى لعكس حركة محرك ثلاثة أوجه

فى هذا المفتاح نجد أن الضاغط ( S P ) يفصل التيار عن المفتاحين الضاغطين ( RP — L P ) وهما مزدوجى الحركة حيث يفصل التيار عن نقطة ويوصله أخرى أى عبارة عن ضاغط ايقاف وتشغيل معا — فعند الضغط على الضاغط ( R. P ) يوصل التيار للملف ( C. A ) وفى نفس الوقت يفصل التيار عن الملف ( C.B ) والعكس عند الضغط على الضاغط ( L.P ) يوصل التيار للملف ( C. B ) ويفصله عن الملف ( C. A ) ..



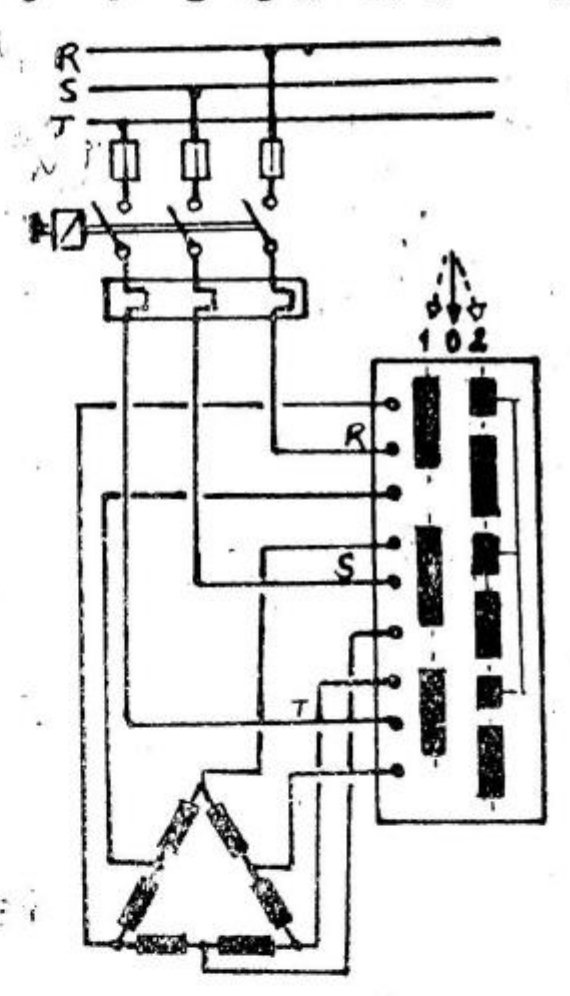

احد انواع مفاتيح عكس الحركة



## دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين متناصفتين

## بمفتاح تغيير اسطوانى يدوى

يحتوى هذا المفتاح على تسعة نقط اتصال منها ثلاثة نقط ( R. S. T ) وهى نقط التغذية أما الستة نقط الأخرى هى خاصة بأطراف المحرك للسرعتين وتعمل ريش وكبارى المفتاح عند تحريك اليد عند (١) للحصول على السرعة الصغيرة وعند (٢) للحصول على السرعة الكبيرة حيث يقوم الكبرى على قفل دائرة رؤوس الدلتا وتعمل الريش على تغذية أطراف الوسط .



## دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين ٢/٤ قطب أو ٤/٨ قطب

## بمفتاح تحويل متعدد الريش يدوى

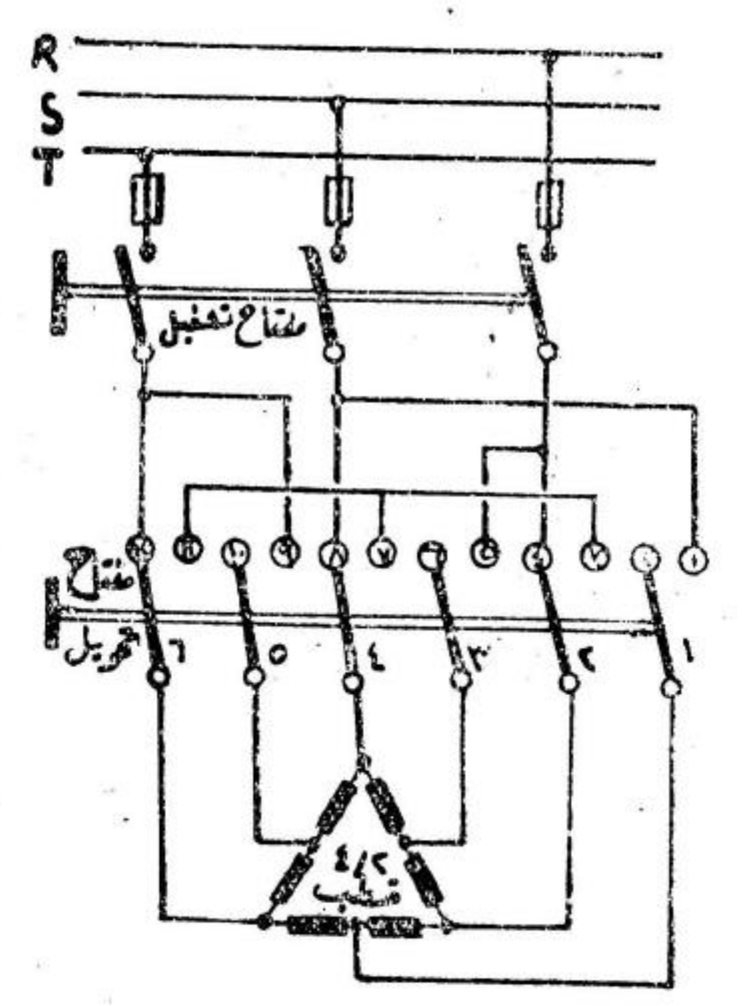
**طريقة التشغيل :**

قبل وضع مفتاح التشغيل فى وضع توصيل ضع أولا مفتاح التحويل فى وضع السرعة المطلوب على النحو التالى :

**السرعة الصغيرة :** ضع المفتاح بحيث تكون الريش رقم ٢ ، ٤ ، ٦ متصلة مع نقط التوصيل رقم ٤ ، ٨ ، ١٢ ثم وصل مفتاح التشغيل .

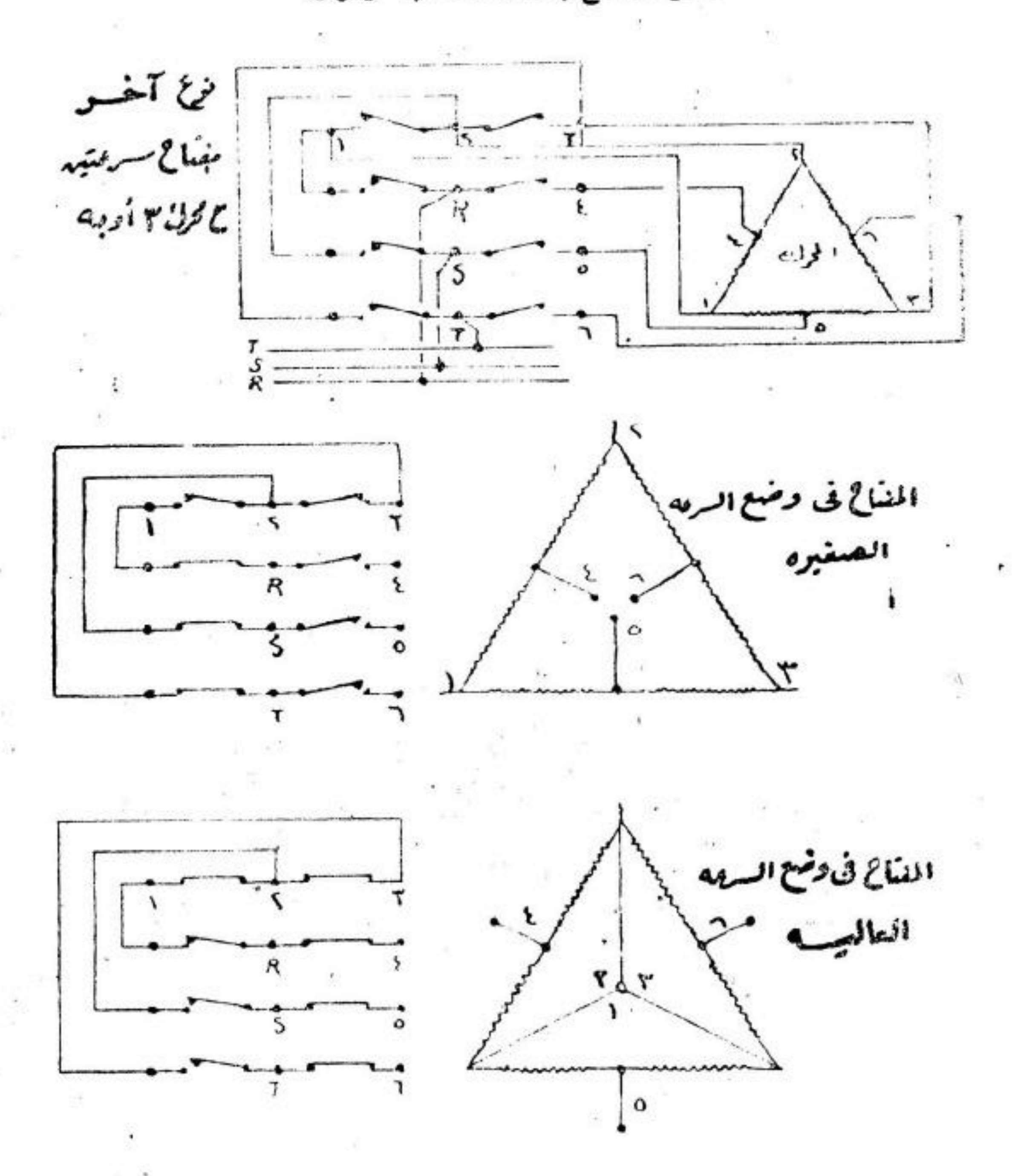
**السرعة الكبيرة :** غير وضع مفتاح التحويل فتنتقل الريش رقم ٢ ، ٤ ، ٦ الى نقط التوصيل رقم ٣ ، ٧ ، ١١ وتقفل دائرتها بواسطة الكبرى الموجود ثم تتصل الريش ١ ، ٣ ، ٥ مع نقط التوصيل رقم ١ ، ٥ ، ٩ .

**ملاحظة :** مفتاح التحويل يعمل يدوى بالضغط للامام أو الخلف لتغيير السرعة .



## نوع آخــر

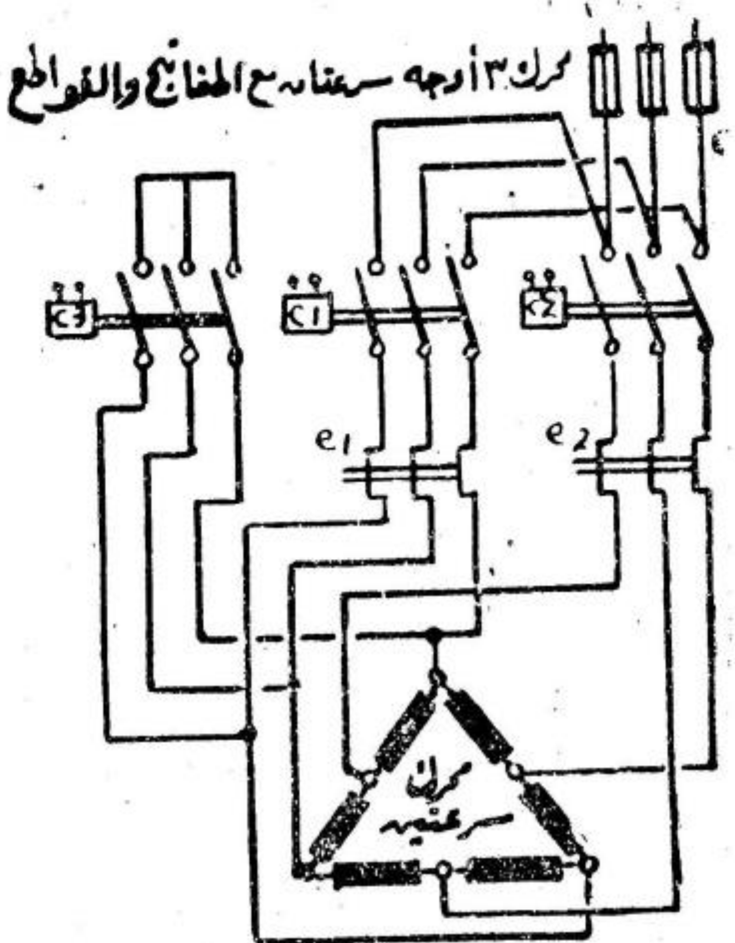
### دائرة مفتاح بملامسات ثابتة يدوى

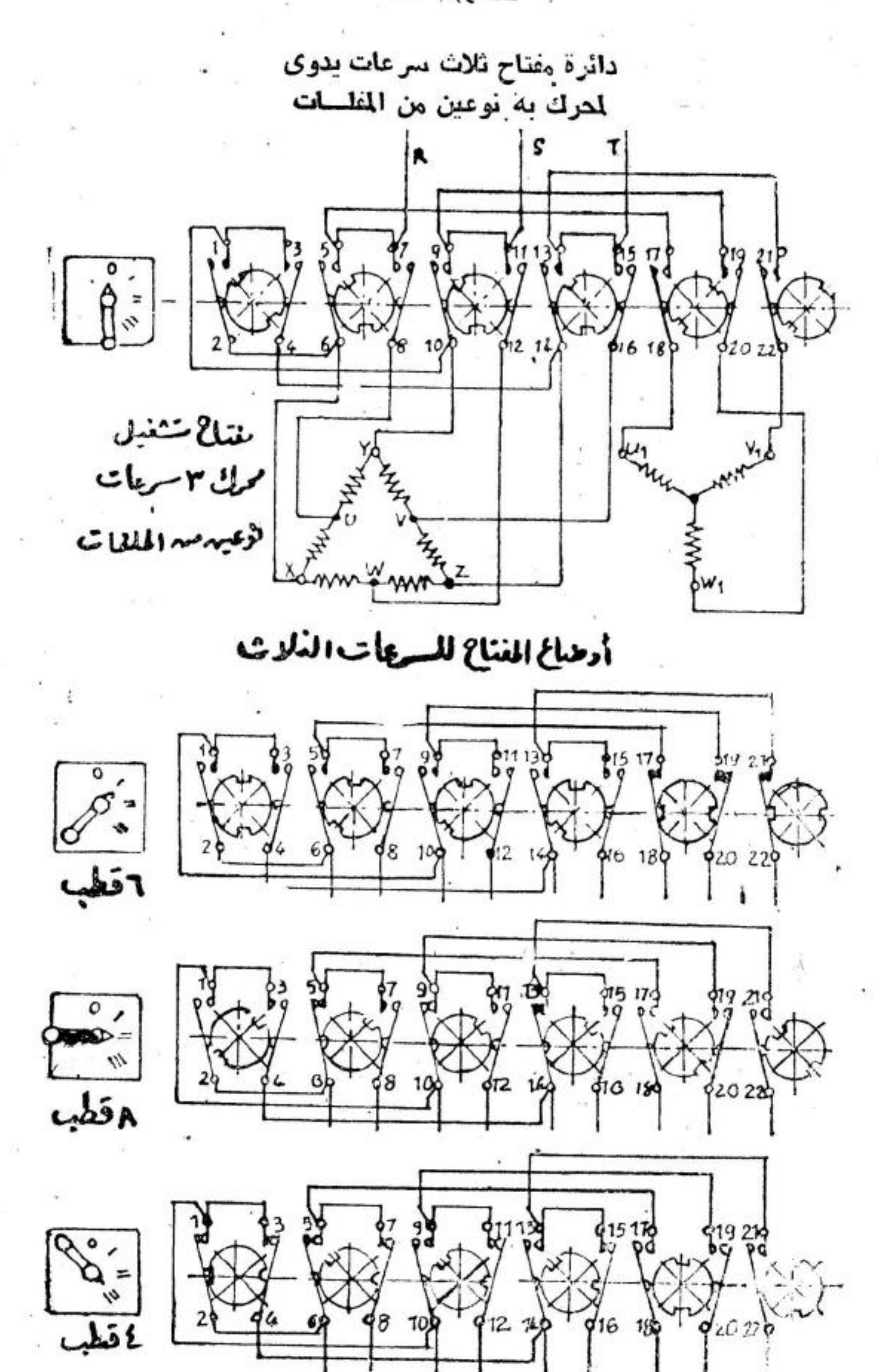


## نوع آخــر

### دائرة مفتاح بملامسات وثلاثة قواطع

نجد فى هذا المفتاح ثلاثة توصيلات المفتاح الأول وهو خاص بالسرعة الصغيرة دون استعمال كل من المفتاح رقم ( ٢ ، ٣ ) أما المفتاح الثانى وهو خاص بالسرعة الكبيرة وهو يستعمل مع المفتاح رقم (٣) وهو الخاص بقفل دائرة أطراف الدلتا .

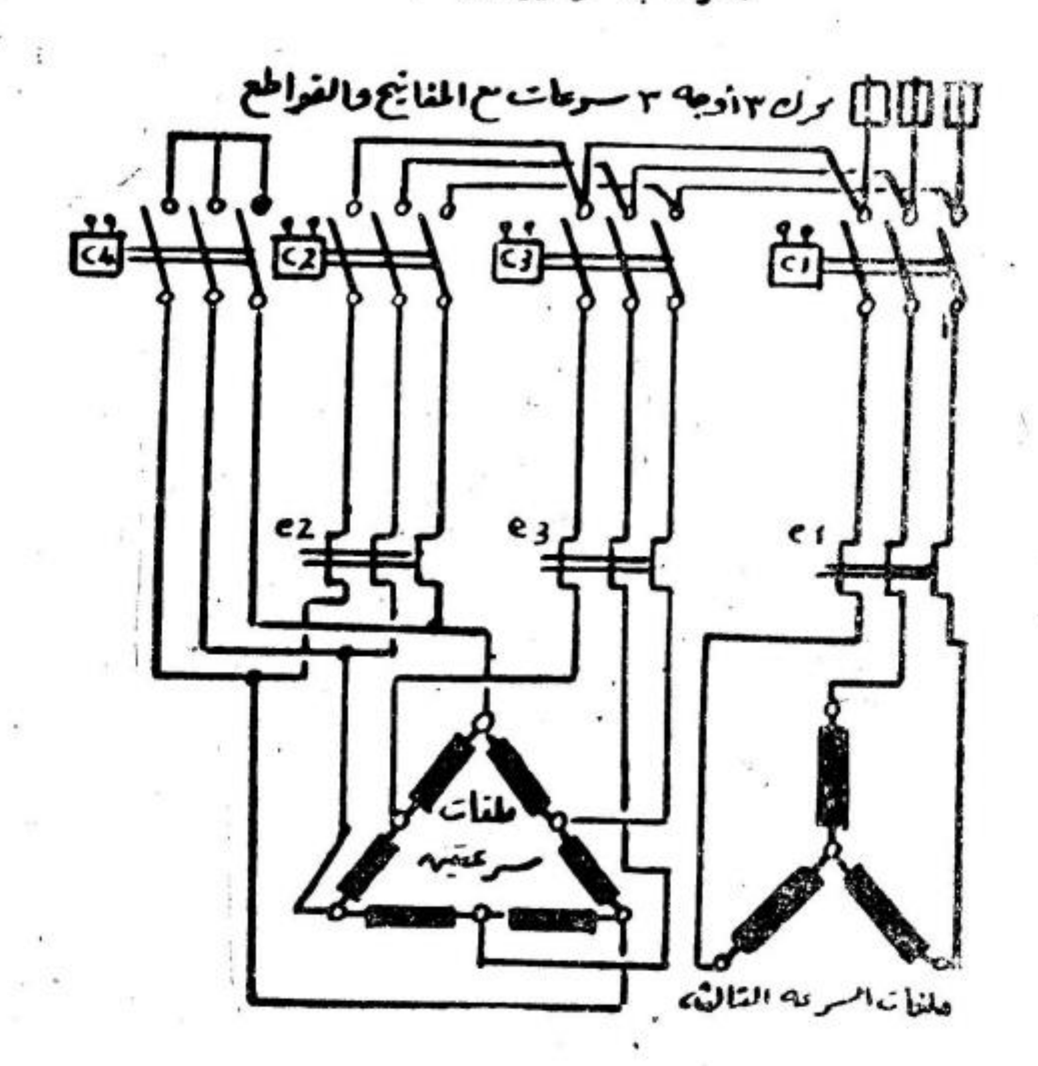



دائرة مفتاح ثلاث سرعات يدوى
لمحرك به نوعين من الملفات
R
S
T
مفتاح تشغيل
محرك ٣ سرعات
نوعين من الملفات
U
V
W
X
Y
Z
$U_1$
$V_1$
$W_1$
أوضاع المفتاح للسرعات الثلاث
٦ قطب
٨ قطب
٤ قطب

## نوع آخـــر

### لدائرة مفتاح ثلاث سرعات

### لمحرك به نوعين من الملفات



## تحويل الطاقة الكهربية
## الى طاقة ضوئية

اذا تكلمنا على كيفية تحويل الطاقة الكهربية الى طاقة ضوئية نجد أن مصادر الانارة المستخدمة تنقسم الى قسمين رئيسيين .

**( أ ) المشعات الساخنة :**

وهى مثل المصابيح المتوهجة ، وفيها يقوم التيار الكهربى المار فى المصباح بتسخين الفتيلة فتخرج منها اشعة مرئية عندما تبلغ درجة حرارتها ٥٥٠ درجة ضوئية .

**(ب) المشعات البادرة :**

وهى مثل مصابيح التفريغ المتألقة ، وفيها يتم حدوث الضوء بواسطة الشحنات الكهربية التى تتولد فى الغاز أو فى أبخرة المعادن أو بواسطة اشعاع بعض المواد المضيئة .

## المصابيح المتوهجة

يعتبر هذا النوع من المصابيح اكثر مصادر الضوء استخداما لانارة الحجرات والاماكن العامة فى الوقت الحاضر ، فى هذا المصباح تصنع الفتيلة التى يمر بها التيار الكهربى من التنجستن وتنقسم من حيث الشكل الى اما ان تكون على شكل حلزونى مفرد أو على شكل حلزونى مزدوج ، وتوضع داخل وعاء زجاجى مفرغ من الهواء أو مملوء بغاز خامل مثل غاز الأرجون أو غاز الكربيتون .

قد نجد أن المصابيح المتوهجة التى لا تتعدى قدرتها ( ٢٠٠ وات ) مزودة بقاعدة قلاووظ عادية أو قاعدة مسمار بقطر ( ٤٠ مم ) بينما نجد المصابيح التى تتعدى قدرتها ( ٣٠٠ وات ) مزودة بقاعدة قلاووظ كبيرة قطرها ( ٤٧ مم ) .

وتصميم هذه المصابيح لكى تعمل على ضغط ( ١١٠/٢٢٠ فولت ) أما القدرة المقننة فهى ( ١٥ — ٢٥ — ٤٠ — ٦٠ — ٧٥ — ١٠٠ — ١٥٠ — ٢٠٠ — ٢٥٠ — ٣٠٠ — ٥٠٠ — ١٠٠٠ — ٢٠٠٠ وات )

## مصابيح التفريغ المتألقة

وتجد أنواع كثيرة من مصابيح التفريغ المتألقة والتى يختلف تصميمها وشكلها باختلاف الغرض الذى صنعت من أجله ، وتعتمد طريقة أداء هذه المصابيح والضوء الصادر منها على المتغيرات الآتية :

(أ) الضغط الجوى الموجود داخل أنابيب المصابيح .

(ب) الجهد الذى تعمل عليه هذه المصابيح .

(ج) نوع الغازات أو الابخرة الموجودة داخل الأنبوبة .

**أولا — المصابيح الفلورسنتية ( بجهد منخفض وضغط جوى منخفض ) :**

يستخدم هذا النوع من المصابيح الفلورسنتية عادة على جهـــد ( ٢٢٠ فولت ) وقد أدخل الكثير من التحسينات على مميزات اداء هـــذا المصباح بحيث كثر استخدامه بدلا من المصباح العادى .

وقد يتوقف عمل المصابيح الفلورسنتية على حدوث تفريغ كهربى فى غاز أو بخار مخلخل موجود فى حيز مغلق تماما مثل الأنابيب الزجاجية التى تصنع منها هذه المصابيح بحيث تغطى جدران هذه الأنابيب الداخلية بطلاء يتوهج بفعل الأشعة فوق البنفسجية والغير مرئية والتى تتولد عند حدوث عملية التفريغ الكهربى فى البخار او الغازات الموجودة داخل الأنبوبة ويوجد داخل الأنبوبة قطبين ( الكترودين ) ويتركب كل قطب من فتيل من التنجستن .

عند مرور التيار الكهربى بالفتيل يحدث تسخين للوحات معـــدنية موضوعة أمامه فتنطلق منها الالكترونات أو الشحنات الكهربية الســـالبة وتندفع بسرعة داخل الأنبوبة بفعل المجال الكهربى الموجود بين القطبين ، ويؤدى ذلك الى عملية تأين الغاز او البخار الموجود بداخلها ، فى هذا الوقت يستغنى عن عملية تسخين الفتيلتين بقطع التيار المار بهما بواسطة قاطع اتوماتيكى يسمى ( بادىء التشغيل ) وهو موصل بالتوالى بأقطاب المصباح ، كما يوصل ايضا بالتوالى مع أقطاب المصباح ملف خانق مكون

من عدد كبير من الملفات قيمة حثها الذاتى كبيرة جدا ، ويقوم هذا الملف الخانق بالأغراض الآتية :

من الشرح السابق يجب أن تعرف أن هناك ثلاث أنواع للضغط فى دائرة مصباح الفورسنت .

١ — الضغط المعتاد .

٢ — الضغط الخاص بالاشعال .

٣ — الضغط الخاص للاستعمال .

أولا : الضغط المعتاد هو ضغط الينبوع الذى توصل عليه دائرة المصباح .

ثانيا : الضغط الكهربى للاشعال هو الضغط الذى يستخدم فى اضاءة المصباح وهو أكبر بكثير من الضغط المعتاد

ثالثا : ضغط الاستعمال وهو الضغط الكهربى الذى تضىء به الأنبوبة بعد اتمام الاشعال ويبلغ حوالى ١٠٠ الى ١٢٠ فولت .

أما التيار الغير فعال ( تيار التمغطس ) لتولد المجال المغناطيسى فى الملف الخانق قد ينتج عنه تغيير فى زاوية الوجه لذا نجد بعض الدوائر يستخدم فيها مكثف لتحسين معامل القدرة وتعديل زاوية الوجه .

للعلم : يبلغ عمر مصباح الفلورسنت حوالى ٧٥٠٠ ساعة عند درجة حرارة الجو المحيط بها ويتوقف نوع الضوء من حيث اللون على المادة الفلورسنت المستعملة وهى المادة التى تطلى بها جدران الأنبوبة من الداخل لذا نجد من مزايا هذا المصباح أنه يعطى اضاءة تشبه ضوء النار والألوان التى يمكن الحصول عليها فى هذا المصباح هو الأبيض والأحمر والأخضر والأزرق والأصفر وكل لون له استخدام خاص .

عندما تتقفل ثغرة التفريغ الكهربى فى بادىء الاضاءة فى هذه اللحظة

يمر تيار كبير خلال ملفى الاختناق وقطبى الأنبوبة الفلورسنت والبادىء المقفل فيسخن قطبى الأنبوبة وهنا تنطلق الالكترونات من فتيلتى التسخين .

ولما كان بادىء الاشعال المقفل لا تتولد به اى حرارة فان تطبه الثنائى المعدن يبرد ويعود الى وضعه الأصلى ويفتح الدائرة .

بانقطاع التيار يختفى المجال المغناطيسى المتردد الذى كان متولدا فى الخانق بفعل هذا التيار .

بسبب هذا التغيير المفاجىء فى المجال المغناطيسى ينشأ فى الملف الخانق ضغط كهربى لحظى أكبر بكثير من الضغط الأصلى ويكون كافيا لاشعال المصباح .

بعد اتمام عملية الاشعال ( الاضاءة ) يجب خفض ضغط المصباح الى ضغط الاستعمال وهو تقريبا نصف ضغط الينبوع ويستبعد الضغط الزائد وهو الفرق بين ضغط الاستعمال وضغط الينبوع عن طريق الضغط الحثى المضاد للملف الخانق وبذلك ينخفض تيار الأنبوبة الفلورسنت الى قيمة تيار الاستعمال المسموح به .

بعد الاضاءة يصبح بادىء الاضاءة الذى يعمل على ضغط الينبوع موصلا على ضغط الاستعمال وهو اقل من ضغط الينبوع وهذا الضغط لا يكفى بأن يقوم بادىء الاضاءة بعمله وعلى هذا يبقى مفتوحا دون عمل ولذلك اذا رفع من الدائرة لا يكون له اى تأثير ولا ينطفأ المصباح .

**ثانيا — مصابيح النيون :**

يطلق على المصابيح الفلورية ذات الضغط الجوى المنخفض والتى تعمل على جهد عال اسم ( مصباح النيون ) وهى تستخدم فى الاعلانات والزينة المضيئة فقط .

وعند تشغيل هذه المصابيح تستخدم محولات ذات جهد ثانوى يصل الى ( ٦ ك. ف ) وتنبعث من هذه المصابيح اضاءة بألوان مختلفة ويؤدى نوع الغاز الموجود بأنبوبة المصباح ولون زجاجته الى الحصول على اللون المطلوب .

هذه المصابيح عبارة عن انبوبة يختلف طولها وقطرها حسب نوعية العمل التى ستستعمل فيه وكذا نوع اللون المطلوب وهى يمكن تشكيلها الى اشكال هندسية أو رسومات معينة حسب نوع الاعلان المستخدمة فيه .

توضح البيانات التالية قيم الجهد والتيار الذى تعمل عليه مصـــابيح النيـــون .

( أ ) مصابيح ذات ضوء ازرق بقطر ٢٧ مم .

يمر بها ( ٣٥ مللى أمبير ) ولكل متر طولى منها ( ٢١٠ فولت ) .

(ب) مصابيح ذات ضوء أزرق بقطر ٢٢ مم .

يمر بها ( ٥٠ مللى امبير ) ولكل متر طولى منها ( ٢٥٠ فولت ) .

(جـ) مصابيح ذات ضوء أحمر بقطر ١٢ مم .

يمر بها ( ٣٥ مللى امبير ) ولكل متر طولى منها ( ٣٠٠ فولت ) .

(د) مصابيح ذات ضوء أحمر بقطر ٢٢ مم .

يمر بها ( ٥٠ مللى أمبير ) ولكل متر طولى منها ( ٣٥٠ فولت ) .

**ثالثا — مصابيح الصـــوديوم :**

اذا أضيف الى المصابيح المملوءة بغاز النيون بعض آثار من الصوديوم الذى يتبخر عندما يسخن المصباح ، فاننا نحصل على صباح الصـــوديوم الذى ينبعث منه ضوء له شدة ضوئية عالية ومن خصائص هذا المصباح أن يعمل بعد توصيل دائرته الكهربية بمدة تتراوح من ( ٨ الى ١٠ دقائق ) وأن لون الضوء المنبعث منه هو اللون الأصفر الذى ترتاح له العين وتتضح به تفاصيل الأشياء بالرغم من انه يسبغ على الأجسام فى الغالب الوانا قاتمة أو الوانا صفراء ، ويتميز الضوء المنبعث من هذه المصابيح بقـــدرته على اختراق الابخرة والضباب ، مما يجعل استخدامه فى انارة الطرق والموانى المعرضة للضباب والأبخرة أمرا ضروريا لمنع الحوادث التى قـــد تحدث نتيجة استعمال الاضاءة العادية .

**رابعا — مصابيح بخار الزئبق ( بجهد عال وضغط جوى عال ) :**

تعطى مصابيح بخار الزئبق ضوء له لون مقبول عن الضوء الذى تعطيه مصابيح الصوديوم وعند ارتفاع الضغط داخل انبوبة المصباح الى حوالى ( ١٠ ضغط جوى ) فان الكفاءة الضوئية للمصباح تصل الى أعلى قيمة لها .

فى هذا المصباح عند مرور التيار الكهربى خلال الزئبق فانه يتبخر ويحدث بالمصباح قوس كهربى فى جو بخار الزئبق يؤدى الى انتاج أشعة فوق البنفسجية عند اقطاب المصباح . ونحاط الأقطاب عادة بأنابيب من الزجاج من نوع معين لتظل درجة حرارة الاقطاب ثابتة ، ولكى تمنع الاشعاعات فوق البنفسجية الضارة من الانبعاث الى الخارج .

تستخدم الاضاءة الزئبقية الآن فى بعض المصانع للاعمال التى تستلزم رؤية تفاصيل الأشياء الدقيقة كما تستخدم فى الأماكن التى يوجد بها أتربة او ابخرة تحجب الرؤية مثل مصانع الأسمنت ومصانع الغزل والمسابك .

وقد ادخل على هذا النوع من المصابيح بعض التعديلات لانتاج مصباح آخر تغطى فيه جدرانه بمادة الفلور مما يساعد الاشعاعات فوق البنفسجية المنبعثة بكثرة من بخار الزئبق الى الاصطدام بمادة الفلور فينتج عن ذلك توهج عال وضوء ذو كفاءة عالية جدا . ويتميز هذا الضوء باللون الأبيض وتشوبه آثار لون أخضر ، وتستخدم هذه المصابيح الجديدة لانارة الأماكن الشاسعة المساحة والطرق الطويلة وملاعب الكرة .

بعد التعرف على ما سبق من انواع المصابيح المختلفة نجد انه تبنى الأسس العلمية للهندسة الضوئية على عدد من التعريفات والاصطلاحات مثل ( شدة الاضاءة ــ التدفق الضوئى ــ كمية الضوء ــ الكفاءة الضوئية ــ الكثافة الضوئية ) والتى يمكن التعبير عنها بالوحدات المعترف بها والتى يمكن أ نجدها فى الكتب المتخصصة فى الهندسة الضوئية .

## حساب الاضاءة الداخلية

عند اضاءة الأماكن الداخلية اما أن نستعمل المصابيح المتوهجة واما أن نستعمل مصابيح التفريغ وفى كل من الحالتين تتوقف اضاءة الأسطح على تيار الضوء المشع من مصدر الضوء بوحدة الليومن .

فاذا استعملنا الوحدات الآتية أو رموزها فى حساباتنا لأمكننا تحديد عدد المصابيح اللازمة لاضاءة أى مكان .

الرمز ( ست ) واحيانا ( شض ) = شدة الاستضاءة بوحدة اللوكس .

الرمز ( ف ) = مساحة السطح المضاء بالمتر المربع .

الرمز (تض) = تيار الضوء اللازم لاضاءة هذا السطح بوحدة الليومن .

وعلى هذا تكون شدة الاستضاءة هى :

$$\text{ست} = \frac{\text{تض}}{\text{ف}} = \text{لوكس}$$

$$\therefore \text{تض} = \text{ست} \times \text{ف} = \text{ليومن}$$

ونظرا لامتصاص زجاج المصباح جزءا من تيار الضوء المشع من مصدر الضوء وكما أن هناك جزء آخر يعمل على اضاءة السقف والجدران وينعكس جزئيا على ارض الغرفة أو المكان — لذلك يكون تيار الضوء المتولد دائما اكبر بكثير من تيار الضوء المستعمل ، وتسمى النسبة بين تيار الضوء المستعمل وتيار الضوء المتولد بمعامل الاستضاءة ويرمز له (ع) ويمكن الحصول عليه من الجدول بالطريقة الآتية :

وعلى هذا اذا أدخلنا فى اعتبارنا معامل الاستضاءة يكون حساب تيار الضوء اللازم كالآتى :

$$\text{تض} = \frac{\text{ست} \times \text{ف}}{\text{ع}} = \text{ليومن}$$

وحتى تكون الاضاءة متساوية بقدر الامكان نختار المسافة بين المصابيح من مثل الى ضعف ارتفاع مركز مصدر الضوء والمقصود بارتفاع مركز مصدر الضوء ( السلك اللولبى للمبة المتوهج ) والسطح المضاء .

وفى حالة الاضاءة العامة تقاس قوة الاستضاءة بالنسبة لسطح أفقى على ارتفاع متر واحد من أرضية المكان .

ولكى تحصل على (ع) معامل الاستضاءة أوجد ارتفاع المكان وأنقص منه مقدار متر واحد ثم اوجد النسبة بين عرض المكان والارتفاع للسقف ثم حدد نوع الاضاءة ( مباشرة ــ اكثرها مباشرة ) حسب الجدول ومن مقدار النسبة يمكن من خانه معامل الاستضاءة تحديد قيمة (ع) واذا كان مقدار النسبة غير موجود نأخذ ما هو أقرب منه .

## مثـــال

اذا كان عرض المكان ٦ امتار وارتفاع السقف ٤ أمتار والمطلوب معرفة مقدار معامل الاستضاءة (ع) .

نسبة عرض المكان الى ارتفاع السقف هى ٦ : ٤ ــ ١ أى ٦ : ٣.٠=٢ فاذا اخترنا مثلا اضاءة مباشرة نجد فى الجدول وفى خانة نسبة العــرض الى الارتفاع لا يوجد رقم (٢) ولكن يوجد ( ٥ر١ ، ٥ر٢ ) هنا يمكن تحديد قيمة (ع) على اساس ما بين ( ٣٦ر٠ ، ٤٤ر٠ ) اى تكون (ع) = ٤٠ر٠

## متوسط شدة الاستضاءة المطلوب

يتوقف متوسط شدة الاستضاءة على نوع مقتضيات الاضاءة ونوع العمل كما يأتى بوحدة اللوكس للاضاءة العامة .

١ ــ قليلة جدا = ٣٠ لوكس

٢ ــ قليلة = ٦٠ لوكس

٣ ــ متوسطة = ١٢٠ لوكس

٤ ــ عالية = ٢٥٠ لوكس

٥ ــ عالية جدا = ٦٠٠ لوكس

## حساب الاضاءة تقريبا

يمكن الحصول على القدرة الكربية اللازمة لاضاءة المكاتب او المصانع أو المساكن فى حالة استخدام مصابيح متوهجة كالآتى :

القدرة بالوات = مساحة الأرضية بالمتر المربع × شدة الاضاءة باللوكس × ٢ر٠

ق = ف × شض × ٢ر٠ = وات

### مثال

اذا كانت مساحة محل تبلغ ٢٠ مترا مربع ويجب أن تكون شدة الاستضاءة بهذا المحل ( ١٠٠ لوكس ) والمطلوب معرفة عدد المصابيح المتوهجة اللازمة اذا استعملنا مصابيح قدرة الواحد منها ٦٠ وات .

### الحل

ق = ف × شض × ٢ر٠ = وات

∴ القدرة المستهلكة = ٢٠ × ١٠٠ × ٢ر٠ = ٤٠٠ وات أى ٤ر٠ ك

وبذلك يكون عدد المصابيح الواجب استعمالها ٤٠٠ ÷ ٦٠ = ٧ مصابيح

ملاحظة : اذا استعملنا مصابيح فلورسنت فان الاستلاهك ينخفض الى النصف تقريبا وفى المثال السابق تصل القدرة الى ما يقرب من ١٥٠ وات وبذلك تكون المصابيح الفورسنت الواجب استعمالها اقل استهلاكا من المصابيح المتوهجة .

### مثال آخر

ورشة طولها ١٢ مترا وعرضها ٩ أمتار وارتفاعها ٤ امتار وشدة الاستضاءة المطلوبة عالية والمطلوب معرفة قيمة تيار الضوء وعدد المصابيح المتوهجة اللازمة بحيث تكون قدرة المصباح الواحد ٣٠٠ وات .

## الحــــل

نسبة عرض الورشة الى الارتفاع = ٩ : ٤—١ = ٩ : ٣ = ٣

**قيمة اللوكس لاضاءة عالية = ٢٥٠ لوكس ( من البيان السابق )**

معامل الاستضاءة اكثرها مباشر = ٣٦ر٠ ( من الجدول )

$$\therefore \text{قيمة تيار الضوء (تض)} = \frac{\text{شض} \times \text{ف}}{\text{ع}} = \frac{\text{شدة الاضاءة} \times \text{المساحة}}{\text{معامل الاضاءة}}$$

$$= \frac{١٠٨ \times ٢٥٠}{٠٫٣٦} = ٧٥٠٠٠ \text{ ليومن}$$

ق = ف × شض × ٢ر٠ = وات

∴ الاستهلاك بالوات = ١٠٨ × ٢٥٠ × ٢ر٠ = ٥٤٠٠ وات أى ٤ر٥ ك

∴ عدد المصابيح اللازمة = ٥٤٠٠ ÷ ٣٠٠ = ١٨ مصباح

اذا استعملنا مصابيح فلورسنت لنفس الاضاءة تكون القدرة المستهلكة النصف أو الثلث تقريبا أى ٢٢٠٠ وات حسب نوع وقدرة المصباح .

لذا يفضل دائما استعمال المصابيح الفلورسنت لاعطاء نفس الاضاءة بعدد اقل من المصابيح واستهلاك اقل .

## جدول مقدار معامل الاضاءة العامة الداخلية

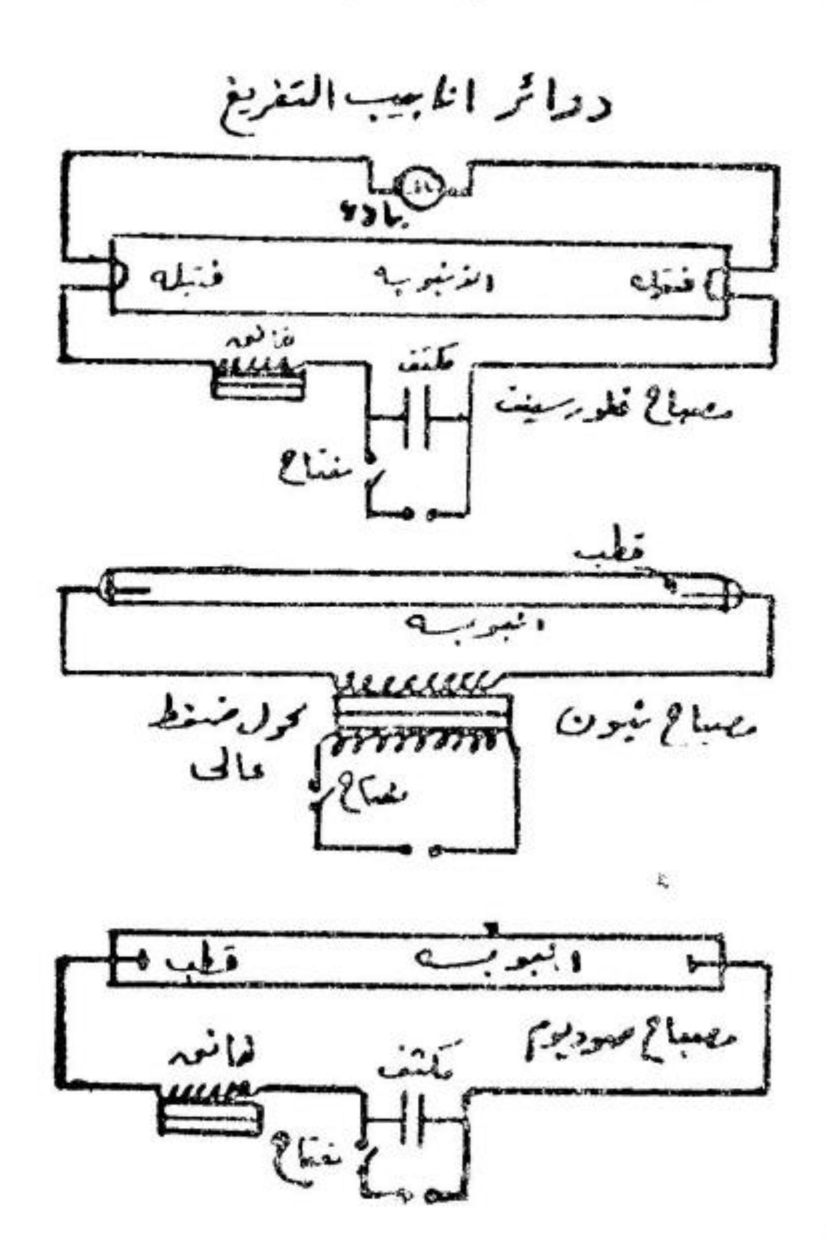
١ — المسافة بين المصابيح من مثل الى ضعف ارتفاع مركز مصـدر الضوء من مستوى القياس للمصابيح البسيطة المعتادة

٢ — يقاس ارتفاع مركز الضوء من مستوى القياس ( على ارتفاع متر من ارض المكان ) .

| نوع الاضاءة | مباشرة | | أكثرها مباشر | | متساوية | | إشعاع مطلق | | أكثرها غير مباشر | | غير مباشرة | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حالة الحجرة | نسبة عرض الحجرة لارتفاع مركز الضوء | معامل الاضاءة ع | نسبة عرض الحجرة لارتفاع مركز الضوء | معامل الاضاءة ع | نسبة ارتفاع مركز الضوء لعرض الحجرة | معامل الاضاءة ع | نسبة ارتفاع مركز الضوء لعرض الحجرة | معامل الاضاءة ع | نسبة عرض الحجرة لارتفاع مركز الضوء | معامل الاضاءة ع | نسبة عرض الحجرة لارتفاع مركز الضوء | معامل الاضاءة ع |
| سقف فاتح اللون وجدرانه قاتمة بدرجة متوسطة | ١ | ٢٥ر٠ | ١ | ١٧ر٠ | ١ | ١٦ر٠ | ١ | ٢٠ر٠ | ٦ر٠ | ١٤ر٠ | ٦ر٠ | ١١ر٠ |
| | ١٫٥ | ٣٦ر٠ | ١٫٥ | ٢٥ر٠ | ١٫٥ | ٢٣ر٠ | ١٫٥ | ٢٩ر٠ | ١ | ٢١ر٠ | ١ | ١٥ر٠ |
| | ٢٫٥ | ٤٤ر٠ | ٢٫٥ | ٣٣ر٠ | ٢٫٥ | ٣٢ر٠ | ٢٫٥ | ٤٠ر٠ | ١٫٥ | ٢٧ر٠ | ١٫٥ | ٢٠ر٠ |
| | ٤ | ٥١ر٠ | ٤ | ٤١ر٠ | ٤ | ٣٩ر٠ | ٤ | ٤٩ر٠ | ٢٫٥ | ٣٥ر٠ | ٢٫٥ | ٢٦ر٠ |
| | ٨ | ٥٨ر٠ | ٨ | ٥٣ر٠ | ٨ | ٥٠ر٠ | ٨ | ٦٢ر٠ | ٥ | ٤٦ر٠ | ٥ | ٣٤ر٠ |
| سقف فاتح بدرجة متوسطة وجدرانه قاتمة | ١ | ١٨ر٠ | ١ | ٠٩ر٠ | ١ | ٠٩ر٠ | ١ | ١١ر٠ | ٦ر٠ | ٠٧ر٠ | ٦ر٠ | ٠٦ر٠ |
| | ١٫٥ | ٣٠ر٠ | ١٫٥ | ١٦ر٠ | ١٫٥ | ١٥ر٠ | ١٫٥ | ١٩ر٠ | ١ | ١٣ر٠ | ١ | ٠٨ر٠ |
| | ٢٫٥ | ٤٠ر٠ | ٢٫٥ | ٢٣ر٠ | ٢٫٥ | ٢٢ر٠ | ٢٫٥ | ٢٨ر٠ | ١٫٥ | ١٧ر٠ | ١٫٥ | ١١ر٠ |
| | ٤ | ٤٧ر٠ | ٤ | ٣٠ر٠ | ٤ | ٢٩ر٠ | ٤ | ٣٦ر٠ | ٢٫٥ | ٢٤ر٠ | ٢٫٥ | ١٦ر٠ |
| | ٨ | ٥٤ر٠ | ٨ | ٤١ر٠ | ٨ | ٣٧ر٠ | ٨ | ٤٧ر٠ | ٥ | ٣٣ر٠ | ٥ | ٢٢ر٠ |

## دوائر توصيل مصابيح التفريغ

تختلف دائرة التوصيل الكهربى والأدوات المستعملة فى مصابيح التفريغ عن دائرة المصابيح المتوهجة والرسومات الآتية تبين الأدوات المستعملة وطريقة التوصيل فى بعض مصابيح التفريغ .



وتهتم هندسة الاضاءة بوصف الطرق المناسبة لاختيار الضوء المناسب للمكان المناسب والذى يعطى الراحة التامة والكفاءة الضوئية اللازمة بحيث لا يسبب للاشخاص أى ازعاج نتيجة زيادة أو نقصان الاضاءة .

لذلك يجب استشارة الاخصائيين فى عمليات الاضاءة للقيام بتصميم وتخطيط الاضاءة اللازمة للمصانع والمنشآت المختلفة او للقيام بتصميم اضاءة أماكن العمل والطرقات والملاعب والمخازن وغير ذلك لضمان ملاءمة اضاءة المكان لطبيعة العمل وللافراد القائمين بالعمل وللحصول على الاضاءة المناسبة بأقل التكاليف .

## وسائل تثبيت المصابيح

تنقسم وسائل تثبيت المصابيح الى مجموعات تبعا للاغراض الآتية :

١ — منحنى توزيع شدة الاضاءة .
٢ — الغرض من استخدام المصابيح .
٣ — نوعية ثبوتها فى مكانها أو قابليتها للحركة .

أن لكل نوع من أنواع توزيع الاضاءة تقابله وسيلة التثبيت التى تناسبه ، كما يفيد منحنى التوزيع فى الحصول على شدة الاضاءة المطلوبة بأسفل المصباح أو اعلاه أو الاثنين معا تبعا للمواصفات المطلوبة .

وتستخدم وسائل تثبيت الاضاءة الشبه مباشرة فى انارة الحجرات والمكاتب وفى انارة الورش ذات الاسقف المنخفضة وبخاصة تلك التى لا تستدعى تجنب الظلال .

وتستخدم وسائل تثبيت الاضاءة المنتظمة فى انارة المكاتب والورش ذات السقف العادى والتى طليت جدرانها وسقفها بألوان زاهية مما يتطلب الاضاءة المنتظمة مع تجنب الظلال الكثيرة علما بأن كفاءتها الضوئية متوسطة .

وتستخدم وسائل تثبيت الاضاءة الغير مباشرة تقريبا فى اماكن العامة التى لا تؤثر الظلال فى درجة وضوحها وفى الأماكن التى تتطلب اضاءة منتظمة أيضا مثل الاستراحات والمراكز الثقافية علما بأن كفاءتها الضوئية عالية .

وتستخدم وسائل تثبيت الاضاءة الغير مباشرة فى اضاءة الحجرات الطبية والأماكن التى تتطلب قلة الظلال او انعدامها ، حيث أن مميزات الاضاءة الغير مباشرة وهو عدم تكون أى ظلال ولكن من عيوبها قلة كفاءتها الضوئية بدرجة كبيرة .

## مفكرة سريعة

### المـادة والكهـرباء :

تنقسم المادة بالنسبة لمرور التيار الكهربى فيها الى نوعين :

### ١ — مادة موصلة :

وهى المادة التى تسمح لمرور التيار الكهربى فيها . وهى أيضـا المادة التى تحتوى على الكترونات حرة ، وقد تختلف هذه المـادة فيما بينها بدرجة جودة توصيلها للكهرباء حيث نجد أن الفضة مثلا تعتبر أجـود المواد توصيلا للكهرباء ثم باقى المواد حسب جودة التوصيل .

### ٢ — مادة عازلة :

وهى المادة التى تقاوم مرور التيار الكهربى فيهـا . وهى أيضـا تختلف فيما بينها بدرجة عزلها حيث نجد أن الميكا الصلبة أجـود المـواد العازلة ثم تأتى بعد ذلك باقى المواد حسب جودة العزل .

### المقاومة والكهرباء :

يمكننا القول بأن المقاومة هى خاصية المادة المقاومة لمرور التيـار الكهربى ، ووحدة هذه المقاومة هى الأوم ( واحد أوم التى تبديها الدائرة التى على طرفيها فرق جهد واحد فولت بحيث يكون التيار المـار فى هذه المادة مقداره واحد أمبير ) .

### المقاومة النوعيـة :

يمكننا القول ان المقاومة النوعية للمادة هى ( مقاومة موصل طوله واحد سنتيمتر ومساحة مقطعه واحد سنتيمتر مربع فى اتجاه مرور التيار )

ويرمز لها (ع) وهى تتناسب طرديا مع الطول وعكسيا مع مساحة مقطع الموصل — فاذا كانت (م) رمز المقاومة ، (ل) رمز طـول الموصـل ، (س) رمز مساحة مقطعه يكون قانون المقاومة كالآتى :

$$م = \frac{ع \times ل}{س} = \text{أوم}$$

## الصدمات الكهربية وتأثيرها على الانســـــان

كثيرا ما يتعرض الانسان لصدمة كهربية نتيجة اتصال اى جزء من جسمه مع موصل تيار كهربى غير معزول الأمر الذى ينتج عنه الآتى :

١ ــ تأثير التيار على القلب .

٢ ــ تأثير التيار على الجهاز العصبى .

٣ ــ تأثير التيار بحدوث حروق نتيجة تواجد قوس كهربى .

**التأثير على القلب :**

فى حالة تأثير الصدمة الكهربية على القلب تحدث حالة الوفاة لأن مرور التيار بشدة معينة عن طريق القلب يزيد من عمل القلب زيادة كبيرة جدا فيعمل القلب دون انتظام الى درجة الارهاق ثم يتوقف .

وتسمى هذه الحالة بوهج فجوات القلب وهى تؤدى الى الموت فورا، ويبلغ حدة شد ةالتيار المسموح بها للقلب ما يقرب من ٢٥ مللى امبير الى ٧٥ مللى أمبير وحسب الظروف التى تحدث فيها الصدمة الكهربية ولمدة ٣٠ ثانية .

**التأثير على الجهــاز العصبى :**

كثيرا ما ينتج من الصدمة الكهربية حسب ظروفها وقيمتا تأثير على الجهاز العصبى حيث يتأثر السمع او النطق وفى بعض الحالات يختــل التوازن والادراك ويمكن أن نصل لدرجة الشلل .

**التأثير بحدوث حروق :**

فى بعض الحالات ينتج عند الاصابة بحدوث قوس كهربى نتيجــة وصلة قصر او ارضى او بفعل التأثير الحرارى للتيار .

والاصابة بالحروق الناتجة عن القوس الكهربى ليست مميتة ولكن ربما ينتج عنها بعض التشوهات الخطيرة وقد يحدث الاحتراق بالتأثير الحرارى للتيار فى حالة الضغط العالى اذ أنه من الممكن فى هذه الحالة مرور تيــار كبير جدا خلال الجسم يجعله فى بعض الحالات يصل لدرجة التفحم .

## تأثير نوع التيار

نعرف أن التيار الكهربى ينقسم الى نوعين هما :

١ ـــ تيار ثابت القيمة والاتجاه وهو التيار المستمر وهذا التيـــار لا يتعامل مع طرف الأرض .

٢ ـــ تيار متردد وهو متغير القيمة والاتجاه وهذا التيار يتعامل مع طرف الأرض .

لذا نجد أن التيار المستمر اقل خطرا من التيار المتغير وبالذات فى حالة ما يكون تردد التيـــار المتغير ٥٠ ذبذبة فى الثانية حيث يحـــدث فى الانسان تصلب فى العضلات ويجعل المصاب من الصعب عليه التخلص من التيار الكهربى وبذلك يستمر فترة طويلة بدرجة خطيرة .

ولكن كلما ارتفع تردد التيار المتغير تقل خطورته حيث نجد مثلا التردد العالى الموجود فى محطات الارسال للاذاعة غير ضار نتيجة التأثير السطحى ولكن يكمن خطره فقط فى إمكانه احداث حروق فى جسم الانسان .

لذا ومن الشرح السابق وجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لوقاية الانسان من خطر الكهرباء باستعمال أجهزة الوقاية وسلك الأرض .

## التأثيرا تالكهربية فى حياتنا العملية

### التأثير الحرارى :

فى التأثير الحرارى تتحول الطاقة الكرهبية الى طاقة حرارية بمرور التيار الكهربى فى معدن خاص ذو مقاومة خاصة تتناسب والغرض المطلوب — حيث يمكن القول انه عندما يمر تيار كهربى فى سلك ذو مقاومة تتولد فيه حرارة ظاهرة يمكن ادراكها بالحس .

وتتوقف عملية السخانات والدفايات وغيرها من أجهزة التسخين على هذه الخاصية مع العلم بأن الحرارة المتولدة فى هذه الأجهزة تتناسب مع الآتى :

١ — زمن مرور التيار فى جهاز التسخين ويقدر بالثوانى .

٢ — مربع شدة التيار فى جهاز التسخين .

٣ — مقدار مقاومة السلك المستعمل فى عملية التسخين بالجهاز .

٤ — استعمال رقم ثابت مقداره ( ٢٤٠ر٠ ) .

من هذه البيانات يمكن استعمال وتكوين قانون تقدير الحرارة المنبعثة من أى جهاز تسخين يراد الاستفادة منه .

### القانون :

قيمة درجة الحرارة = ٢٤٠ر٠ × الزمن × مربع شدة التيار × مقاومة الملف = سعرا كما يمكن تحديد مواصفات السلك المستعمل فى جهاز التسخين من حيث طوله ومساحة مقطعه من المواصفات الآتية :

١ — قدرة الجهاز .

٢ — ضغط الينبوع .

٣ — شدة التيار فى الجهاز .

٤ — مقاومة المتر الطولى من السلك المستعمل .

٥ — المقاومة الكلية لملف الجهاز .

من البيانات السابقة وعن طريق قانون القدرة يمكن الحصول على شدة تيار الجهاز ثم عن طريق قانون اوم يمكن معرفة مقدار المقاومة الكلية للجهاز وباستخدام جدول اسلاك النيكل كروم يمكن التوصل الى كل من طول السلك بعد معرفة مقاومة المتر الطولى منه وكذا مساحة مقطعه وفقـــا لشدة التيـــار .

## التأثير المغناطيسى

فى التأثير المغناطيسى حيث يمكن بواسطة التيار الكهربى الحصـــول على مجال مغناطيسى ويتم هذا بمرور تيار كهربى فى ملف م نسلك معزول يتناسب من حيث مقاومته وقيمة التيار المار به — ويكون قلب هذا الملف قضيب او رقائق من الصلب أو الحديد .

فعند مرور التيار الكهربى فى الملف تتولد المجالات المغناطيسية فى القلب الحديدى مع ملاحظة ان قيمة واتجاه هذه المجالات تتناسب مع قيمة وإتجاه التيار المار فى الملف — والعكس فانه يمكن الحصول من المجـــال المغناطيسى على تيار كهربى حيث تقول النظرية ( اذا قطع موصل ساحة مغناطيسية بالتعامد عليها تولدت فى هذا الموصل قوة دافعة كهربائية ) .

ويستعمل التأثير المغناطيسى فى حالات كثيرة فى حياتنا الصـــناعية والمدنية منها المولدات والمحركات والمحولات الكهربية وكذا الأجراس وبعض أنواع المفاتيح الأتوماتيكية والأوناش الكهربية وغيرها .

## التأثير الكيمائى

فى التأثير الكيمائى يستعمل التيـــار الكهربى فى عمليات التحليـــل والنكلشة وعمليات شحن البطاريات السائلة على أن يكون التيار المستعمل فى هذه العمليات تيارا ثابتا اى مستمر او ينبوع بتيار متغير ثم يوحد عن طريق اجهزة توحيد التيار — والعكس فانه يمكن الاستفادة من التفـــاعل الكيمائى للحصول على تيار كهربى مثل ما يحدث فى الاعمدة الثانوية .

## المحولات الكهربية

من مميزات التيار المتغير على التيار المستمر سهولة امكان تحويل قيمته من حيث الضغط سواء من منخفضه الى عاليه أو العكس ، ولهذه الميزة تاثير اقتصادى كبير فى تكاليف نقل القدرة الكهربية ، وتأثير فنى فى امكان استعماله على اوسع نطاق .

وقد تتم عملية التحويل المشار اليها سابقا عن طريق استعمال المحولات الكهربية حيث انها على درجة كبيرة من الجودة من أى جهاز آخر لهذه العملية ، والمحول عبارة عن جهاز يمكن عن طريقه خفض أو رفع قيمة أى ضغط فى التيار المتغير وبدون الحاجة الى استعمال أى اجزاء متحركة مثل المولدات .

## تركيب المحول

يتركب المحول فى أبسط صورة له من الأجزاء الأساسية الآتية :

١ — القلب الحديدى .

٢ — الملف الابتدائى .

٣ — الملف الثانوى .

## القلب الحديدى

يصنع القلب الحديدى من رقائق من الحديد الطرى أو من سبيكة خاصة من الحديد ويكون سمك الرقيقة الواحدة ( ٣ر٠ ) تقريبا وتكون معزولة من احد الوجهين اما بالاكسدة أو الورنيش ، وقد تختلف أشكال الرقيقة من حيث الشكل والتجميع فقط ، كما تشكل مجموعة الرقائق فى بعض الحالات قلب واحد او قلبان أو ثلاثة .

فائدة القلب الحديدى فى المحول هو ايجاد الفيض المغناطيسى اللازم لعملية التحويل سواء كانت خفض او رفع نتيجة مرور التيار الكهربى فى الملفات المركبة عليه وقد يختلف حجم القلب الحديدى حسب صغر او كبر قدرة المحول .

## الملف الابتــدائى

يجهز الملف الابتدائى من سلك نحاس معـــزول ورنيش او قطن او حرير ومن عدد معين من اللفات ويكون لهذا السلك مساحة مقطع تتناسب مع شدة التيار التى تمر به . وهو الملف الذى يتصل مباشرة بضغط الينبوع المراد رفعه او خفضه ، ويوضع الملف الابتدائى حول القلب الحديدى مـــع مراعاة عزله كهربائيا عن هذه الرقائق .

## الملف الثـــانوى

يجهز الملف الثانوى من سلك نحاسى معزول ويتكون من عدد معين من اللفات وكذا من مساحة مقطع تتناسب مع شدة التيار المار به ، وهو الملف الذى يؤخذ منه قيمة الضـــغط المطلوب بعد عملية التحويل ، وهـــو يوضع اما فوق الملف الابتدائى أو بجواره وعلى قلب واحد أو على قلب حديدى مستقل اذا كان الحديد المستعمل من النوع ذو القلبين .

بالنسبة لعمل المحول المشار اليه وهو اما رفع او خفض قيمة ضـــغط للينبوع فانه ينقسم بالنسبة لهذا العمل إلى قسمين .

## محول الرفع

هذا النوع من المحولات تكون فيه قيمة الضغط على أطراف الملـــف الثانوى أعلى من ضغط الينبوع المتصل بالملف الابتدائى والمراد تحويله . وعلى هذا يكون عدد اللفات فى الثانوى اكثر من عدد اللفات فى الابتدائى اما مساحة مقطع السلك فتكون فى الثانوى اقل من مساحة مقطع السلك فى الابتدائى .

## محول الخفض

هذا النوع من المحولات تكون فيه قيمة الضغط على اطراف الملـــف الثانوى أقل من قيمة ضغط الينبوع المتصل بالملف الابتدائى وعلى هذا يكون عدد اللفات فى الثانوى اقل من عدد اللفات فى الابتدائى اما مساحة مقطع السلك فتكون فى الثانوى اكبر من مساحة مقطع السلك فى الابتدائى .

## نظرية المحول

عند توصيل طرفى الملف الابتدائى للمحول على ينبوع تيار متغير مع ترك دائرة الملف الثانوى مفتوحة اى غير محملة نجد عند مرور التيار المتغير فى الملف الابتدائى توجد مساحة مغناطيسية متغيرة فى القلب الحديدى .

ولما كان الملف الابتدائى مكون من عدد من اللفات فان الساحة المغناطيسية تعمل على ايجاد استنتاج نفس كبير للملف الابتدائى // وبما أن مقاومة الملف المادية صغيرة جدا فانه لا يوجد فقد فى الضغط وتكون القوة الدافعة الكهربية العكسية هى الوحيدة التى تحدد قيمة التيار بالملف وقيمتها تكون قريبة جدا من القوة الدافعة الكهربية للينبوع عدا قيمة صغيرة جدا تقوى على امرار التيار اللازم للمغطسة ويسمى تيار المغطسة ويكون متأخرا ( ٩٠ درجة ) عن ضغط الينبوع حيث أن ( ض ) العكسية تساوى وتضاد ( ض ) الينبوع تقريبا ولهذا السبب تكون القدرة المتصرفة بالملف الابتدائى عندما تكون دائرة الملف الثانوى مفتوحة تساوى صفرا أو حسب قيمة جودة المحول .

## القوة الدافعة الكهربية

## بالملف الثانوى

فى المحول المتقن تصميمه وصنعه تقطع جميع الخطوط للمجال الناشىء حول الملف الابتدائى كل لفة من لفات الثانوى عند تمدد وتقلص هذه الخطوط وبذلك تكون القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى كل لفة من لفات الثانوى تساوى الموجودة فى كل لفة من لفات الابتدائى ، وعلى هذا نجد نسبة القدرة الدافعة الكهربية الكلية فى الابتدائى الى القوة الدافعة الكهربية الكلية فى الثانوى تساوى النسبة لعدد لفات الابتدائى الى عدد لفات الثانوى اى اذا تساوت عدد لفات الابتدائى مع عدد لفات الثانوى وتساوت القوة الدافعة الكهربية العكسية للابتدائى مع ضغط الينبوع نجد أن القوة الدافعة الكهربية فى الثانوى تساوت مع الضغط للينبوع .

$$\frac{\text{ض ابتدائى}}{\text{ض ثانوى}} = \frac{\text{لفات ابتدائى}}{\text{لفات ثانوى}}$$

$$\therefore \text{ض ثانوى} = \frac{\text{ض ابتدائى} \times \text{لفات ثانوى}}{\text{لفات الابتدائى}}$$

وتسمى نسبة عدد لفات الثانوى الى عدد لفات الابتدائى بنسبة التحويل حيث نجد المحول الذى فيه لفات الابتدائى ١٠٠ لفة ولفات

الثانوى ( ١٠٠٠ لفة ) يسمى محول رفع ( ١/١٠ ) بينما نجد المحول الذى فيه لفات الابتدائى ( ١٠٠ لفة ) ولفات الثانوى ( ١٠ لفات ) يسمى محول خفض (١/١٠) .

ولما كانت القوة الدافعة الكهربية فى الثانوى متولدة من تأثير المجال المغناطيسى للملف الابتدائى نجد ان الزاوية بينهما وبين ضغط الينبوع ( ١٨٠ درجة ) .

## تيار الابتدائى والثانوى

عند توصيل مقاومة مادية بطرفى الملف الثانوى يمر بها تيار يتناسب وقيمتها ويكون منطبقا مع ضغط الثانوى أى فى وجه واحد معه ، وينتج من مرور هذا التيار فى الثانوى مجالا مغناطيسيا متغيرا ويضاد مجال الابتدائى فيضعفه فتقل قيمة القوة الدافعة الكهربية العكسية فى الملف الابتدائى بذلك تزداد شدة التيار به بما يناسب الزيادة فى الحمل .

أى ان زيادة شدة التيار فى الثانوى نتيجة زيادة الحمل يتبعها زيادة فى تيار الابتدائى مع ضعف المجال المغناطيسى فيه ويتبع هذا هبوط فى قيمة الضغط فى كل من الملف الثانوى والملف الابتدائى ، واذا استمرت هذه الزيادة فى تيار الثانوى بزيادة الحمل وتتعدى شدة التيار القانونى فان مجال الابتدائى يتلاشى وترتفع فيه شدة التيار نظرا لتلاشى القوة الدافعة الكهربية العكسية وتكون النتيجة هى احتراق الملف .

من الشرح السابق يتضح انه فى حالة ما اذا كان ضغط الثانوى اكبر من ضغط الابتدائى تكون شدة التيار فى الابتدائى اكبر من شدة التيار فى الثانوى بما يتناسب مع نسبة التحويل .

واذا اهملنا جميع الفاقد فى المحول وكانت جودته تقرب من ( ٩٩٪ ) فان القدرة فى الابتدائى تتساوى مع القدرة فى الثانوى .

ض ثانوى = ض ابتدائى × نسبة التحويل .

ش ابتدائى = ش ثانوى × نسبة التحويل .

قبل ان نعطى أمثلة على محولات الرفع ومحولات الخفض يجب أن نعلم ان هذه المحولات بنوعيها تنقسم الى قسمين :

١ — محولات استنتاجية وهى ذات الملف الابتدائى المستقل والملف الثانوى المستقل بحيث لا يوجد اى اتصـــال كهربى بين لفات الابتدائى ولفات الثـــانوى .

٢ — محولات نفسية وهى ذات الملف الواحد المدرج والذى يجمع بين كل من الملف الابتدائى والملف الثانوى كما هو موضح فى الأمثلة الآتية حيث نجد أن هناك اتصال كهربى بين الملف الابتدائى والملف الثانوى سواء فى حالة الرفع او فى حالة الخفض بعكس الحال فى المحول الاستنتاجى .

## مثال لمحول رفع استنتاجى

محول رفع من ٢٣٠ فولت الى ٢٣٠٠ فولت يغذى حمل مقاومته ٢٣٠ أوم والمطلوب معرفة قيمة كل من تيار الابتدائى والثانوى وقدرة هذا المحول .

### الحـــل

شدة التيار فى الثانوى = ض ثانوى ÷ المقاومة
= ٢٣٠٠ ÷ ٢٣٠ = ١٠ أمبير

شدة التيار فى الابتدائى = $\frac{\text{ض ثانوى} \times \text{ش ثانوى}}{\text{ض ابتدائى}}$

= $\frac{٢٣٠٠ \times ١٠}{٢٣٠}$ = ١٠٠ أمبير

القدرة فى الثانوى = ض ثانوى × ش ثانوى
= ٢٣٠٠ × ١٠ = ٢٣٠٠٠ وات
القدرة فى الابتدائى = ض ابتدائى × ش ابتدائى
= ٢٣٠ × ١٠٠ = ٢٣٠٠٠ وات

## مثال لمحول خفض استنتاجى

محول خفض يعمل على ٢٠٠ فولت توزيع ٧٥ فولت يغذى حمل مقاومته ٣ أوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحـــول .

### الحـــل

شدة التيار فى الثانوى = ٧٥ ÷ ٣ = ٢٥ أمبير

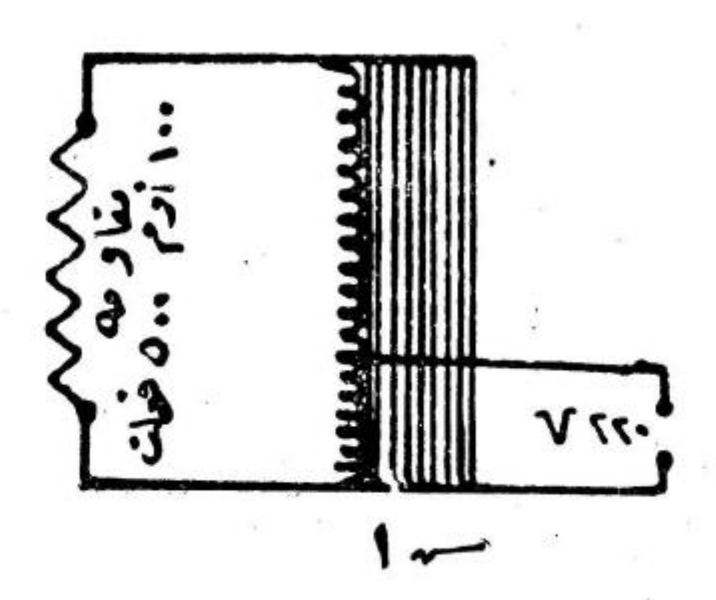
شدة التيار فى الابتدائى = $\frac{٧٥ \times ٢٥}{٢٠٠}$ = ٩٫٣٧٥ أمبير

القدرة فى الثانوى = ٧٥ × ٢٥ = ١٨٧٥ وات

القدرة فى الابتدائى = ٢٠٠ × ٩٫٣٧٥ = ١٨٧٥ وات

## مثال لمحول رفع نفسى

محول رفع نفسى من ٢٠٠ فولت الى ٥٠٠ فولت يغذى حمل مقاومته ١٠٠ اوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هـذا المحول .




شدة التيار فى الثانوى = ٥٠٠ ÷ ١٠٠ = ٥ امبير

شدة التيار فى الابتدائى = $\frac{٥٠٠ \times ٥}{٢٠٠}$ = ١٢٫٥ امبير

القدرة فى الثـانوى = ( ض ثانوى — ض ابتدائى ) ش ثانوى

= ( ٥٠٠ — ٢٠٠ ) ٥

= ٣٠٠ × ٥ = ١٥٠٠ وات

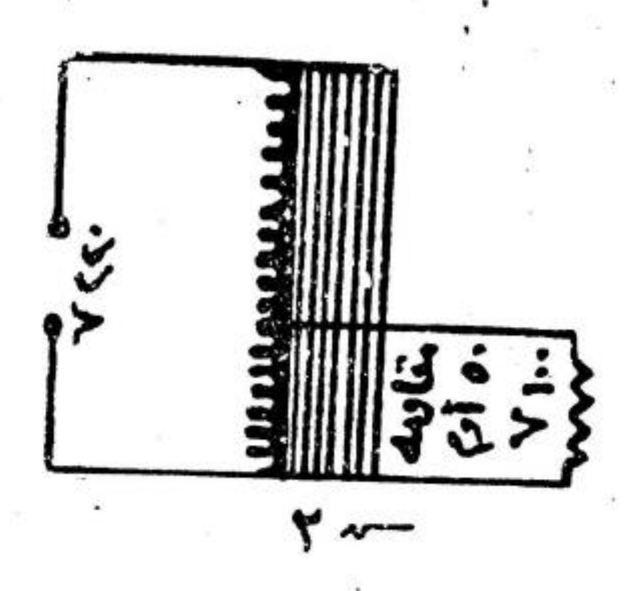
القدرة فى الابتـدائى = ( ش ابتدائى — ش ثانوى ) ض ابتدائى

= ( ١٢٫٥ — ٥ ) ٢٠٠

= ٧٫٥ × ٢٠٠ = ١٥٠٠ وات

## مثـــال لمحول خفض نفسى

محول خفض يعمل على ٢٠٠ فولت ويعطى ١٠٠ فولت ويغذى حمل مقاومته ٥٠ اوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحـــول .




ســـ ٣

شدة التيار فى الثانوى = ١٠٠ ÷ ٥٠ = ٢ امبير

$$\text{شدة التيار فى الابتدائى} = \frac{١٠٠ \times ٢}{٢٠٠} = ١ \text{ امبير}$$

القدرة فى الثانوى = ( ش ثانوى — ش ابتدائى ) ض ثانوى

= ( ٢ — ١ ) ١٠٠

= ١٠٠ × ١ = ١٠٠ وات

القدرة فى الابتدائى = ( ض ابتدائى — ض ثانوى ) ش ابتـــدائى

= ( ٢٠٠ — ١٠٠ ) ١

= ١٠٠ × ١ = ١٠٠ وات

**ملاحظة** : يراعى اختلاف تركيب قانون القدرة فى الخفض عنه فى حالة الرفع فى المحول النفسى وهذا ظاهر فى المثالين السابقين .

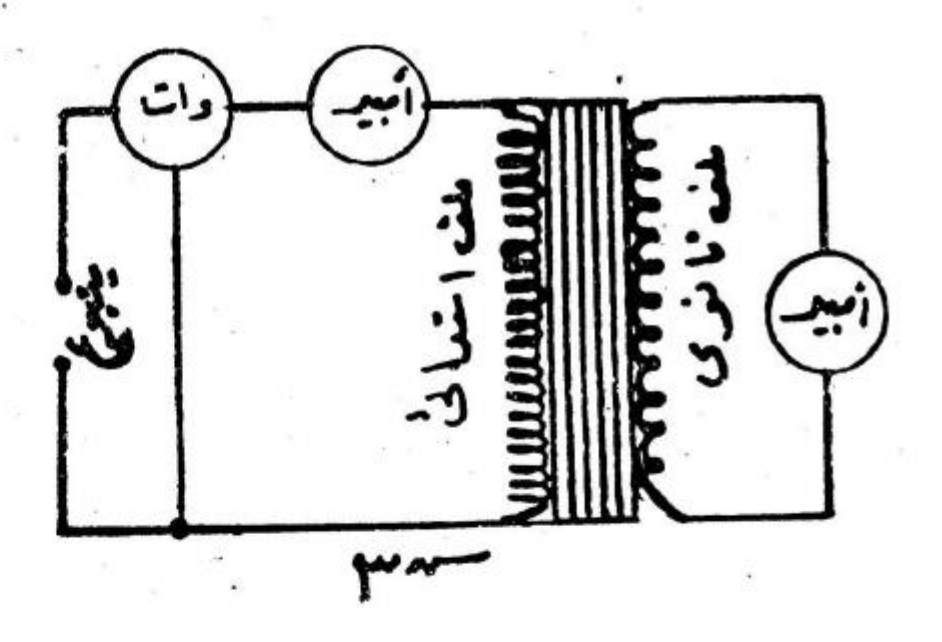
## جودة المحول الكهربى

تتوقف جودة المحول على قيمة المفاقيد الموجودة به فكلما تمكنا من تقليل هذه المفاقيد تمكنا من رفع جودة المحول واذا بحثنا عن هذه المفاقيد نجدها نوعان .

**المفاقيد النحاسية :**

عند حساب الجودة للمحول يجب اعتبار المقاومة المادية لسلك الملف حيث أن القدرة المفقودة فى كل ملف تتناسب طرديا مع ( مربع شدة التيار المـار به × مقاومته المادية ) وهى ( ش$^2$ × م ) ويمكن التغلب عليهـا باستعمال سلك ذو مقطع أكبر من الأصلى قليلا .

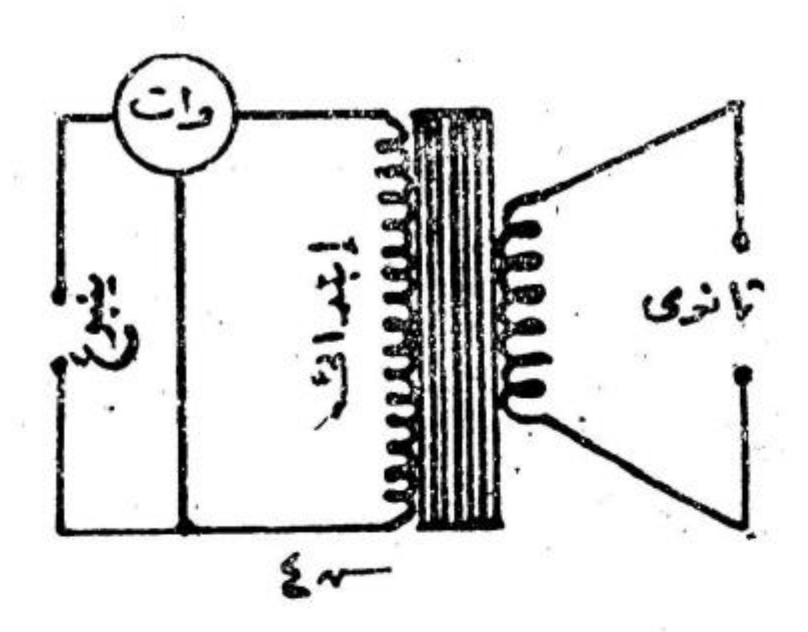
### تحديد قيمة المفاقيد النحاسية




وصل طرفى الملف الابتدائى بالينبوع مع استعمال مقاومة تمكنك من التحكم فى قيمة ضغط الينبوع عند التغذية مع وضع جهاز أمبير وجهـاز قدرة فى دائرة الابتدائى كما هو موضح بالرسم ثم اقفل الملف الثانوى بجهاز أمبير . ابدأ بتغذية الملف الابتدائى بقيمة صغيرة من الضغط حتى يصل التيار المار بالملف الثانوى الى قيمة تيار الحمل الكامل بالنسبة لقدرة المحول وبذلك يمر ايضـا بالملف الابتدائى تيار الحمل الكامل وتكون قراءة جهـاز القـدرة تعبر عن قيمة المفاقيد النحاسية الموجودة فى هذا المحول .

## تحديد قيمة المفاقيد الحديدية

تدخل المفاقيد الحديدية فى حساب جودة المحول وهى المفاقيد الناتجة عن هروب بعض الخطوط المغناطيسية أو لنوعية الحديد المصنوع منه الرقائق وقيمة التيارات الاعصارية . والتعويق المغناطيسى الناتج من بقاء جزء من المغناطيسية فى الرقائق الأمر الذى يسبب احتكاك ذرات الحديد أثناء انعكاس المجال .




فى هذا الرسم الخاص بتحديد قيمة المفاقيد الحديدية يغذى الملف الابتدائى تغذية كاملة أى يوصل مباشرة بالينبوع وبقيمته الطبيعية وبالتردد الذى يعمل عليه المحول مع وضع جهاز القدرة فى دائرة الملف الابتدائى كما هو موضح بالرسم مع ترك دائرة الملف الثانوى مفتوحة حيث أن المفاقيد الحديدية فى المحول تتوقف على المجال المغناطيسى وبذلك تكون قراءة جهاز القدرة عند التغذية هى قيمة المفاقيد الحديدية بالمحول .

علمنا سابقا ان المفاقيد الموجودة فى المحول هى مفاقيد نحاسية ومفاقيد حديدية وهى ليست كبيرة القيمة اذا كان تصميم وتصنيع المحول على جانب كبير من الاتقان وعلى هذا تكون جودة المحول هى مقدار نسبة الخرج الى الدخل فى المائة .

الدخل = الخرج + المفاقيد النحاسية + المفاقيد الحديدية

$$\text{الجودة} = \frac{\text{الخرج بالوات}}{\text{الدخل بالوات}} \times ١٠٠$$

## البيـــان الخاص بحسابات

## لف المحولات

عند اختيار حديد المحول لابد أن يكون مقدار خرجه المغناطيسى يتناسب مع مقدار خرجه الكهربى والذى ينسب دائما الى الملف الثانوى .

مقدار الخرج الكهربى = ض × ش بالنسبة للثانوى

مقدار شدة التيار فى الابتدائى = الخرج ÷ ض التغذية فى الابتدائى

### مثـــال

نفرض أن ضغط الينبوع ٢٢٠ فولت وتردده ( ٥٠ ذبذبة ) ويعمل عليه محول يعطى ٥٠ فولت ثانوى لحمل ٢٫٨ امبير ويعطى ١٫٨ فولت ثانوى لحمل آخر ٤ امبير والمطلوب حساب مقدار خرج المحول .

### الحـــل

الخرج الأول = ٥٠ × ٢٫٨ = ١٤٠ وات

الخرج الثانى = ١٫٨ × ٤ = ٧٫٢ وات

∴ الخرج الكلى = ١٤٠ + ٧٫٢ = ١٤٧٫٢ وات

وعلى هذا يكون خرج المحول هو حاصل ضرب فولت الثانوى فى شدة تيارة اذا كان ملف واحد أما اذا كان هناك اكثر من ملف ثانوى فيكون الخرج الكلى هو مجموع كل الخروج .

من هنا نجد ان طبيعة الينبوع لا دخل لها فى حساب الخرج ولكن يجب أن يتناسب الملف الابتدائى مع خرج المحول ويحسب مقدار مساحة مقطع سلكه على أساس هذا الخرج وقيمة ضغط الينبوع .

عند حساب مساحة مقطع القلب الحديدى المراد استعماله لقـــدرة معينة نجد أن هذه المساحة متوقفة على كل من قدرة المحول وقيمـــة تردد الينبوع حيث نجد أنه اذا زاد تردد الينبوع تقل مساحة مقطع القلب عنـــد ثبات القدرة والعكس اذا نقص التردد زادت مساحة مقطع القلب الحيدى عند ثبات القدرة ايضا .

فى المحولات الكبيرة القدرة يقدر خرج المحول بالفولت أمبير وليس بالوات والسبب فى ذلك هو ؛ فى حالة المحولات وجميع الأجهزة التى تعمل على التيار المتغير يوجد عامل اخر يؤثر على القدرة وهو نوعية الحمل من حيث كونه مقاومة مادية عادية أو ممانعة مغناطيسية أو استاتيكية وهـــذا العامل يسمى ( معامل القدرة ) .

ولكن فى أغلب الأحيان يكون الفرض الذى يعمـــل عليه المحـــول الصغير حتى قدرة واحد كيلوات عبارة عن مقاومة مادية بحتة وعلى هذا يكون الخرج بالوات وهو الناتج من ضرب الفولت فى الأمبير بالنســـبة للملف الثانوى .

## حساب مساحة مقطع السلك

لحساب مساحة مقطع سلك ملفا ت المحول يجب معرفة مقدار خـــرج الثانوى ومقدار ضغط الينبوع المغذى للملف الابتدائى وضـــغط الثـــانوى المغذى للحمل ، وباستعمال مقدار خرج المحول وضغط الينبوع يمكن تحديد مقدار شدة التيار فى الملف الابتدائى ، وباستعمال مقدار خرج المحـــول وضغط الثانوى للحمل يمكن تحديد مقدار شدة التيار فى الملف الثانوى .

بعد تحديد شدة التيار فى الابتدائى والثانوى يمكن عن طريق جـــدول الأسلاك معرفة مساحة مقطع السلك وكذا قطره المناسب لهذه الشدة فى الابتدائى والثانوى تعتبر هذه الطريقة الحسابية احدى الطـــرق للحصول على مساحة مقطع السلك وهناك طريقة أخرى سنتعرف عليها بعد ذلك وفى وضع اخر وهو الحساب الكلى للمحول .

## حساب عدد اللفات

حساب عدد اللفات أما على أساس لفات الفولت الواحد أو على أساس لفات الملف كاملا حسب قيمة ضغطه ، ولحساب عدد لفات الفولت الواحد سواء للابتدائى او الثانوى يدخل فى حسابنا كل من تردد الينبوع ومساحة مقطع القلب الحديدى للمحول بالبوصة المربعة عند اســـتعمال أبسط قانون وهو وذو الرقم الثابت لكل تردد

الرقم الثابت عند تردد معين لحساب عدد لفات الفولت الواحد .

١ — عند تردد قيمته ٢٥ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ١٤

٢ — عند تردد قيمته ٤٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٨٫٧٥

٣ — عند تردد قيمته ٥٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٧

٤ — عند تردد قيمته ٦٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٥٫٨٥

## طريقة تنفيذ القانون

أوجد اولا مساحة مقطع القلب الحديدى بالبوصة المربعة من حاصل ضرب سمك مجموعةالرقائق فى عرض لسان الرقيقة الذى يدخل فى بكرة الملف ، ثم يختار الرقم الثابت المتفق مع تردد الينبوع الذى سيعمل عليه المحول ، ثم من قسمة الرقم الثابت المختار على مساحة مقطع القلب الحديدى يكون الناتج هو عدد لفات الفولت الواحد سواء للملف الابتدائى أو للملف الثانوى .

**ملاحظة :**

١ — عند حساب مساحة مقطع القلب الحديدى لا تأخذ الناتج من عملية الضرب مباشرة لأنه لا يمثل المساحة الفعلية بل اضرب الناتج فى ٠٫٩ على أساس القلب كتلة مصمتة .

٢ — لا تقرب أو تحذف اى كسر من اللفة فى العملية الحسابية السابقة مهما كان صغيرا فى عدد لفات الفولت الواحد لأنه له تأثير كبير عند حساب عدد اللفات الكلية للابتدائى والثانوى .

## مثـــال

محول يعمل على تيار متغير تردد ٥٠ ذبذبة فاذا كان سمك مجموعة الرقائق ١٫٥ بوصة وعرض لسان الرقيقة واحد بوصة أوجد عدد لفات الفولت الواحد .

## الحــل

الرقم الثابت لتردد ٥٠ ذبذبة هو ٧

مساحة مقطع قلب الحديدى = ( ١٫٥ × ١ ) ٠٫٩ = ١٫٣٥ بوصة مربعة .

عدد لفات الفولت الواحد = ٧ ÷ ١٫٣٥ = ٥٫٣٨ لفة

## حساب عدد لفات الملف كامل

يختلف الوضع فى حساب عدد لفات الملف كاملا عن حساب عـــدد لفات الفولت الواحد من حيث الأرقام الثابتة وتقدير قيمة الفيض المغناطيسى حساب مقطع القلب حيث يكون بالسنتيمتر المربع بدلا من البوصة المربعة .

١ ـــ الرقم الثابت المستعمل فى القانون هو ٤٫٤٤ × ١٠^-٨ .

٢ ـــ أوجد قيمة تردد الينبوع الخاص بتشغيل المحول .

٣ ـــ قيمة ضغط الابتدائى والثانوى .

٤ ـــ رقم ١٠٠٠٠ خط كقيمة يمكن الأخذ بها لمتدار الفيض المغناطيسى لكل سنتيمتر مربع حتى قدرة ٣ كيلوات ويمكن تحديد قيمة هذا الفيض من الملاحظة المقدمة لك فيما بعد .

## طريقة تنفيــذ القــانون

أوجد أولا مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع مع مراعاة الدقة فى القياس ثم اختبار قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة ثم أوجد قيمة الفيض الكلى لهذا القلب .

$$\text{عدد لفات الملف} = \frac{\text{ضغط الملف}}{٤٫٤٤ \times \text{التردد} \times \text{الفيض الكلى} \times ١٠^{-٨}} \text{ لفة.}$$

### مثـــال

محول يعمل على ينبوع ٢٠٠ فولت يتردد ٥٠ ذبذبة ويعطى ٢٥ فولت ثانوى فاذا كان سمك مجموعة الرقائق ٥ سم وعرض لسان الرقيقة ٢٫٥ سم أوجد عدد لفات الابتدائى والثانوى .

### الحـــل

مساحة مقطع القلب = ٥ × ٢٫٥ = ١٢٫٥ سم$^{2}$ .

قيمة الفيض الكلى = ١٢٫٥ × ١٠٠٠٠ = ١٢٥٠٠٠ خط .

$$\text{عدد لفات الابتدائى} = \frac{٢٠٠}{٨١٠ \times ١٢٥٠٠٠ \times ٥٠ \times ٤٫٤٤} = ٧٢٠ \text{ لفة}$$

$$\text{عدد لفات الثانوى} = \frac{٨١٠ \times ٢٥}{١٢٥٠٠٠ \times ٥٠ \times ٤٫٤٤} = ٩٠ \text{ لفة}$$

## ملاحظـــات هامة

من الشرح السابق والخاص بالمحولات يمكن استعمال القانون الخاص بعدد لفات الفولت الواحد بالنسبة للمحولات ذات القدرة الصغيرة حتى واحد كيلوات مع مراعاة أن مساحة مقطع القلب الفعلية تقل عن المساحة المحسوبة بقليل ويمكن الاستعانة بالجدول الخاص لذلك حيث نجد مثلا أن القلب الذى مساحته واحد بوصة مربعة مساحته الحقيقية هى ٠٫٩ بوصـــة مربعة وهكذا باقى المساحات وعلى هذا نجد عند حساب عدد لفات الملف الثانوى تزداد عدد لفاته بنســـبة ٥٪ لتعويض الفقد فى حالة الحمـــل واللاحمل .

أما القانون الثانى والخاص بحساب عدد لفات الملف كاملا فيمـــكن استعماله بالنسبة للمحولات ذات القدرة من واحد كيلوات الى ثلاثة كيلوات عند استعمال قيمة الفيض ( ١٠٠٠٠ خط ) لكل سنتيمتر مربع وعند تردد قيمته من ( ٤٠ الى ٦٠ ذبذبة ) .

أما المحولات من ثلاثة كيلوات الى ثمانية كيلوات يمكن استعمال قيمة الفيض ( ٨٥٠٠ خط ) واذا زادت القدرة أكثر من ذلك حتى ٢٠ كيلوات نجد أن عدد الخطوط المستعملة تصل الى ( ٦٠٠٠ خط ) هذا ويجب مراعاة هبوط الفولت فى الملف الثانوى عند حساب عدد لفاته فى حالة ما بين الحمل واللاحمـــل ويمكن اعتبـــار هذا الهبـــوط بمقدار ٢٫٥٪ تضـــاف الى فولت الثانوى .

وعلى هذا يمكن حساب عدد لفات الملف الثانوى كالآتى :

$$\text{عدد لفات الثانوى كاملا} = \frac{\text{عدد لفات الابتدائى} \times (\text{فولت الثانوى} \times \text{مقدار الهبوط})}{\text{فولت الابتدائى}}$$

## البيان الكامل لحساب المحول

يمكن تحديد قدرة أى مجموعة رقائق محولات دون الرجوع الى الجداول الخاصة بذلك عن طريق القانون الآتى للمحولات ابتداء من ٥٠ وات الى ٥ كيلوات وكذلك حساب قطر السلك اللازم لعمل الملفات .

## حساب قدرة المحول

١ — أوجد مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع مع الدقة فى القياس .

٢ — أوجد مربع هذه المساحة ويكون النتاج هو قدرة المحول بالوات .

٣ — استعمل الفيض المغناطيسى المناسب للوحدة المربعة .

## مثــــال

مجموعة رقائق محول فيها عرض اللسان ٢ر٥ سم وسمك مجموعة هذه الرقائق ٥ سم والمطلوب معرفة قيمة قدرة هذا المحول .

## الحــــل

مساحة مقطع القلب الحديدى = ٥ × ٢ر٥ = ١٢ر٥ سم٢

مربع مساحة مقطع القلب = ١٢ر٥ × ١٢ر٥ = ١٥٦ر٢

∴ قدرة المحول يمكن اعتبارها ١٥٠ وات بدلا من ١٥٦ر٢ وات هى فى صالح المحول .

## حساب قطر الســلك

١ — اوجد شدة التيار فى الملف الابتدائى والملف الثانوى من القدرة وضغط كل منهما .

٢ — استعمل الرقم الثابت (٠ر٦٥) .

∴ قطر السلك فى الابتدائى = ٠ر٦٥ × √ شدة تيار الابتدائى = مم

∴ قطر السلك فى الثانوى = ٠ر٦٥ × √ شدة تيار الثانوى = مم

هذا ويمكن استعمال الرقم (٤٥) مع مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع فى حالة ايجاد عدد لفات الفولت الواحد وذلك بقسمة العدد (٤٥) على مساحة مقطع القلب .

## نموذج كامل لمحول يراد لفــه

### مثـــــال

مجموعة رقائق محول فيها عرض لسان القلب ٥ر٢ سم وسمك مجموعة الرقائق ٥ سم يراد تنفيذ محول من هذه الرقائق يعمل على ضغط ٢٢٠ فولت ويعطى ١١٠ فولت .

### الحـــل

مساحة مقطع القلب الحديدى = ٥ × ٥ر٢ = ٥ر١٢ سم٢

∴ قدرة هذا المحول = ٥ر١٢ × ٥ر١٢ = ١٥٦ وات

عدد لفات الفولت الواحد ٤٥ ÷ ٥ر١٢ = ٦ر٣ لفة

عدد لفات الابتدائى = ٢٢٠ × ٦ر٣ = ٧٩٢ لفة

عددلفات الثانوى = ١١٠ × ٦ر٣ = ٣٩٦ لفة

شدة التيار فى الابتدائى = ١٥٦ ÷ ٢٢٠ = ٧ر٠ أمبير

شدة التيار فى الثانوى = ١٥٦ ÷ ١١٠ = ٤ر١ أمبير

∴ قطر سلك الابتدائى = ٦٥ر٠ × $\sqrt{\text{٧ر٠}}$

= ٦٥ر٠ × ٨٤ر٠ = ٥٤ر٠ مم

∴ قطر سلك الثانوى = ٦٥ر٠ × $\sqrt{\text{٤ر١}}$

= ٦٥ر٠ × ١٩ر١ = ٧٧ر٠ مم

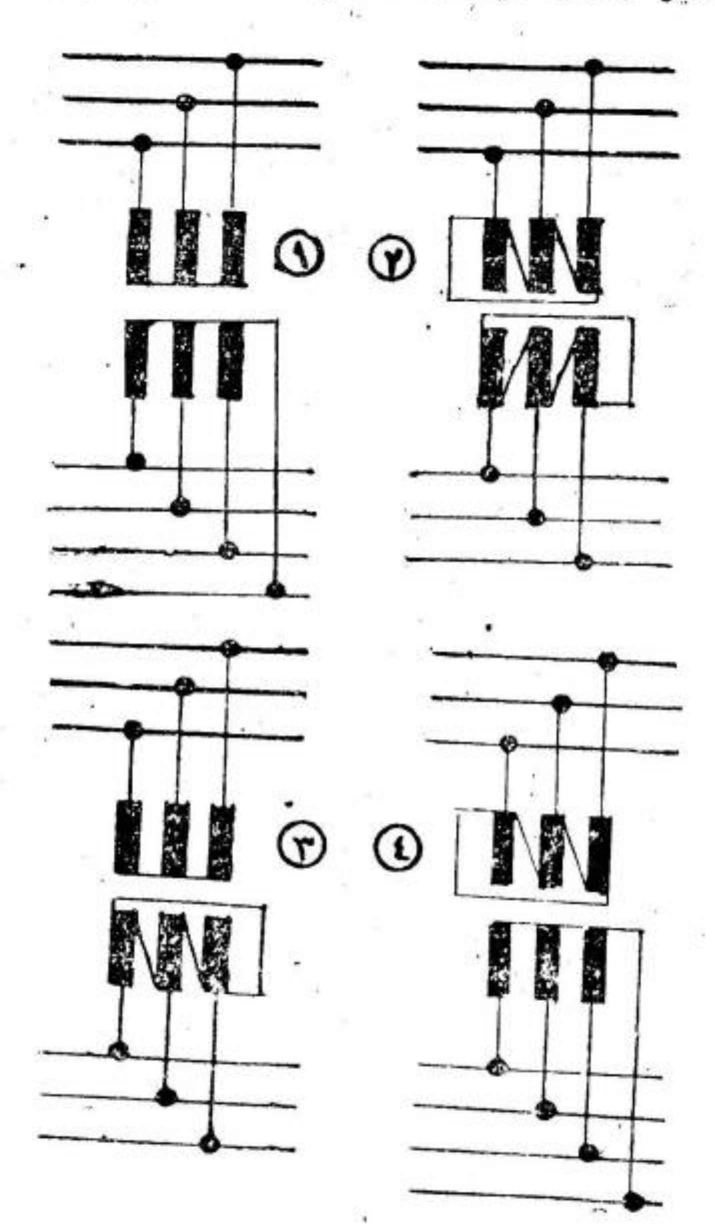
بهذا النموذج الكامل للقدرة وقطر السلك وعدد اللفات يمكن تنفيذ محول معلوم البيان من اى مجموعة رقائق .

## توصيل ملفات المحولات ثلاثة أوجه

فى حالة التيار ذو الثلاثة أوجه يمكن استعمال ثلاث محولات كل منها مستقل عن الآخر ويكون وجه واحد وذلك لرفع أو خفض قيمة ضغط الينبوع على أن يكون المحولات الثلاثة متماثلة تماما .

ولكن بالنسبة لصعوبة تنفيذ هذه العملية السابقة بكل دقـــة يمكن بطريقة اخرى استعمال مجموعة رقائق واحدة من صاج المحولات لها ثلاثة قوائم ( قلوب ) يوجد على كل قلب ملفين احدهما ملف ابتدائى والآخر ملف ثانوى ترتبط بالطرق الآتية :

١ — توصيل الملفات الابتدائية والملفات الثانوية بتوصيلة النجمة .
٢ — توصيل الملفات الابتدائية والملفات الثانوية بتوصيلة الدلتا .
٣ — توصيل الملفات الابتدائية نجمة والملفات الثانوية بتوصيلة الدلتا .
٤ — توصيل الملفات الابتدائية دلتا والملفات الثانوية بتوصيلة النجمة .



# المحولات الأتوماتيكية

ظهر حديثا المحول الاتوماتيكي وهو الذى يعمل على ضبط الضغط فى حالة الهبوط أو الزيادة حرصا على سلامة الحمل ، واذا كان هناك عدة أنواع لهذا المحول الا ان جميعها يعمل بنظرية واحدة ويعطى نتيجة واحدة .

واذا كنت اقدم لك نموذج لهذا النوع من المحولات فانى اقدمه كمعلومة جديدة فى باب المحولات يمكن الاستفادة منها فى اعادة لف المحول وعمل مثيل له .

ملاحظة :

فى هذا النموذج وهو خاص بمحول اتوماتيكى نجد الآتى :

١ — عدد اللفات حسب الرسم ( ٢٤٣ ، ٢٣٨ ، ١٠٣ ) هذه اللفات على قلب مستقل رقم (١) .

٢ — عدد اللفات حسب الرسم ( ١١٠ ، ٢٤٦ ، ٥٦ ، ٢٠٠ ، ١ ، ٣٨٢ ، ٨ ) على قلب آخر رقم (٢) .

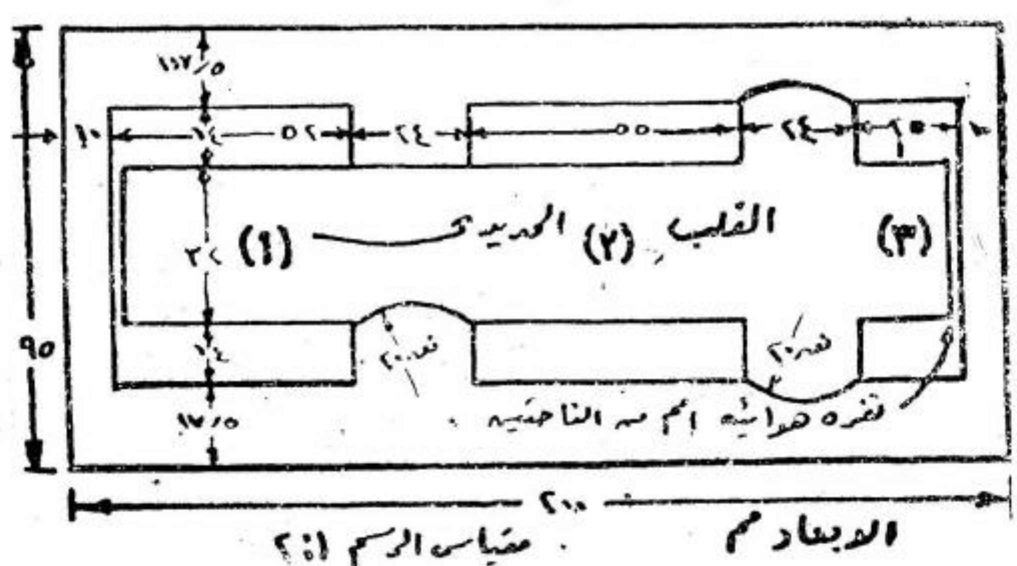
٣ — عدد اللفات حسب الرسم (٣٧٨) على قلب آخر رقم (٣) .

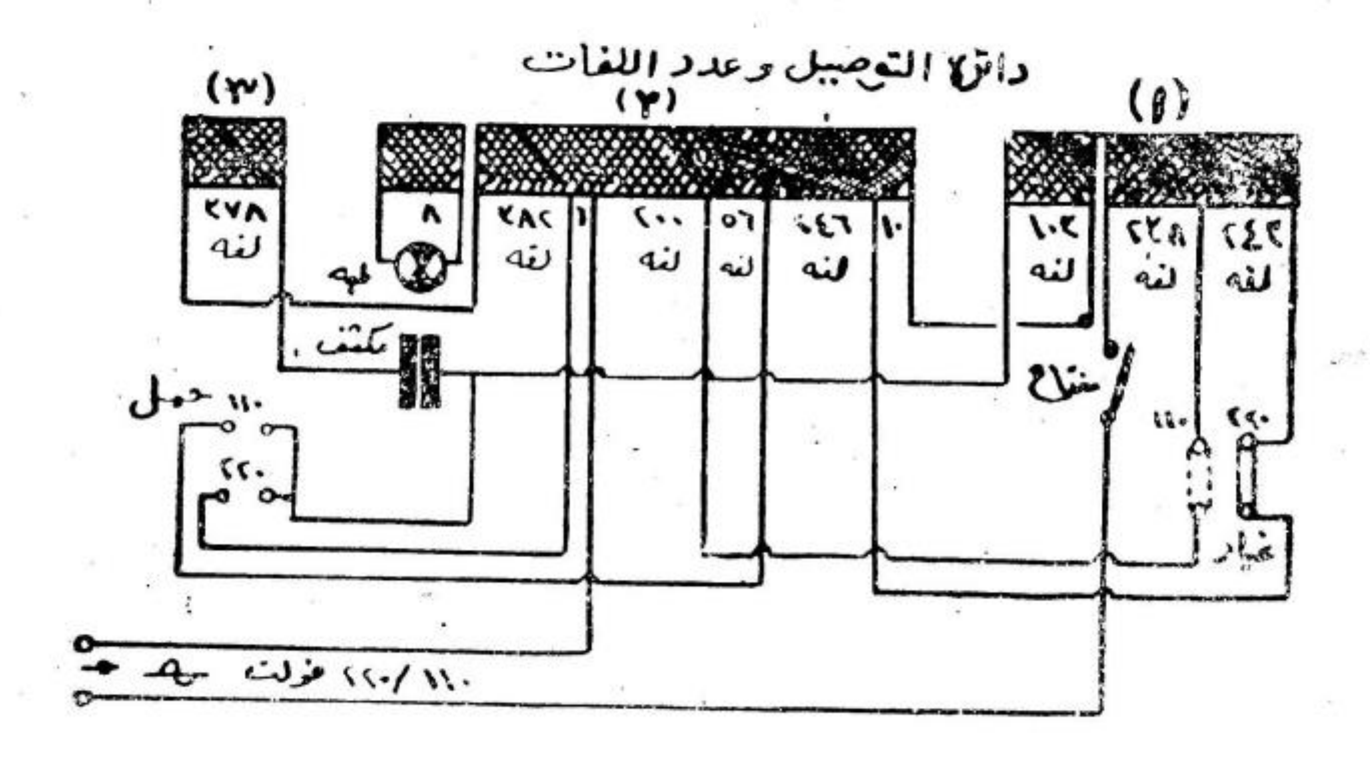
٤ — جميع هذه اللفات تلف من سلك قطر ( ٦ر٠ مم ) .

٥ — يستعمل مع هذا المحول مكثف ٥ ميكروفارد ٥٠٠ فولت .

٦ — القلب الحديدى لجميع اللفات واحد الا انه مقسم ثلاثة اقسام جميعها بعرض ٣٢ مم وسمك ٣٢ مم .

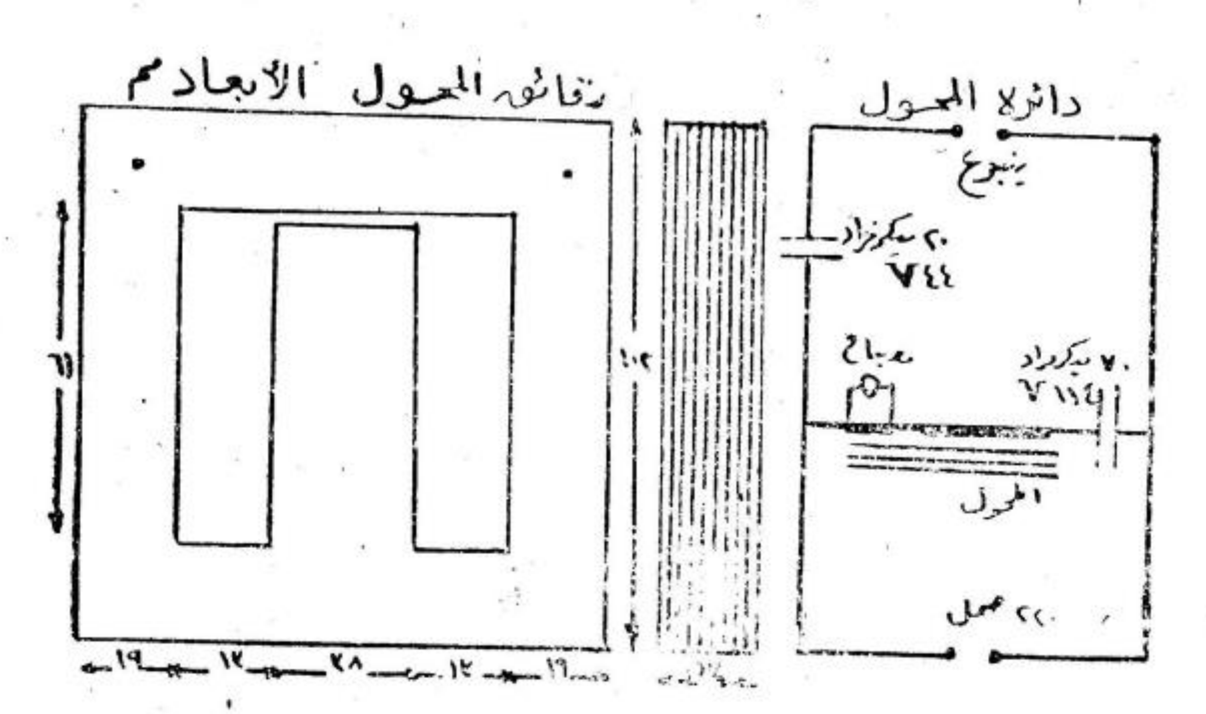
٧ — مزود هذا المحول بلمبة ايضاح عبارة عن ٦ فولت علما بأن خرج ملفها ٣ر٣ فولت وكذا مفتاح توصيل عادى .



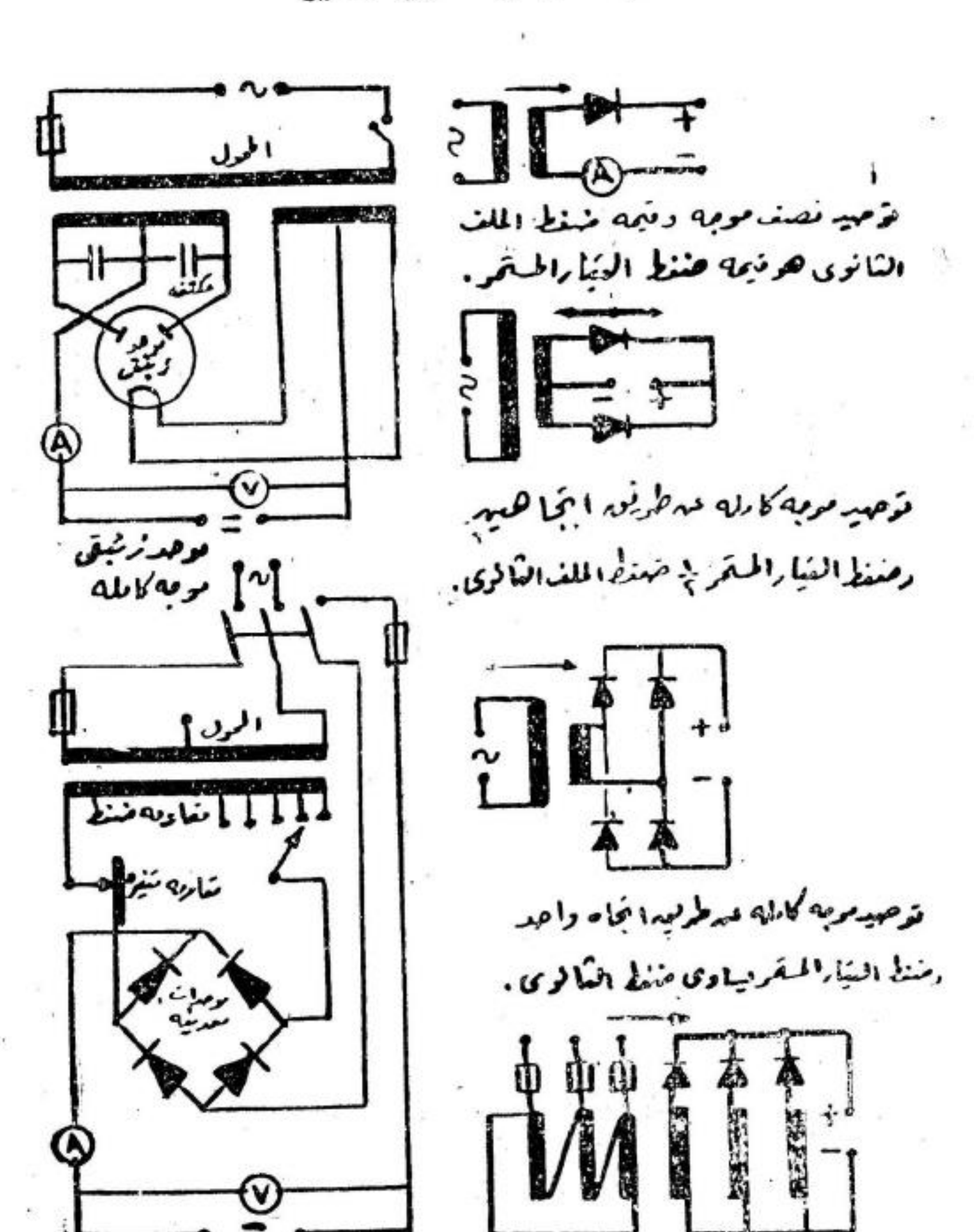



## تصميم آخر

هذا المحول الاوماتيكى عبارة عن قلب واحد وبه ثغرة هوائية عند اتصال القلب بالحافظة وهو من رقائق قطعة واحدة به عملية التثبيت للفولت من ( ١٧٠ الى ٢٥٠ فولت ) وعدد لفات ملفه (٥٢٠ لفة) من سلك قطره ( ١ مم ) أما لفات المصباح تكون حسب ضغطه .



## عمليات توحيد التيار المتغير



## باب الجداول الخاصة

### قلب المحول في قيمة القدرة

| القدرة وات | مساحة مقطع القلب بوصة مربعة تردد ٤٠ | تردد ٥٠ | تردد ٦٠ |
|---|---|---|---|
| ١٠ | ٠٫٤ | ٠٫٣ | ٠٫٢٥ |
| ١٥ | ٠٫٥ | ٠٫٤ | ٠٫٣٠ |
| ٢٠ | ٠٫٦ | ٠٫٥ | ٠٫٤٠ |
| ٢٥ | ٠٫٧٥ | ٠٫٦٠ | ٠٫٥٠ |
| ٥٠ | ١٫٢٥ | ١٫٠٠ | ٠٫٨٠ |
| ٧٥ | ١٫٥٠ | ١٫٢٥ | ١٫٠٠ |
| ١٠٠ | ١٫٧٥ | ١٫٥٠ | ١٫٢٥ |
| ١٥٠ | ٢٫٠٠ | ١٫٧٥ | ١٫٥٠ |
| ٢٠٠ | ٢٫٧٥ | ٢٫٢٥ | ١٫٧٥ |
| ٢٥٠ | ٣٫٠٠ | ٢٫٥٠ | ٢٫٢٥ |
| ٣٥٠ | ٣٫٥ | ٣٫٠٠ | ٢٫٥٠ |
| ٤٠٠ | ٣٫٧٥ | ٣٫٠٠ | ٢٫٥٠ |
| ٤٥٠ | ٤٫٠٠ | ٣٫٢٥ | ٢٫٧٥ |
| ٥٠٠ | ٤٫٥٠ | ٣٫٥٠ | ٣٫٢٥ |
| ٧٥٠ | ٥٫٠٠ | ٤٫٠٠ | ٣٫٥٠ |
| ١٥٠٠ | ٦٫٠٠ | ٤٫٧٥ | ٣٫٧٥ |

### قلب المحول وقيمة القدرة

جدول عدد لفات الفولت الواحد حسب التردد

| مساحة مقطع القلب بالبوصة | المساحة الفعلية | عدد لفات الفولت الواحد تردد ٤٠ | تردد ٥٠ | تردد ٦٠ | عرض القلب | عدد الرقائق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١/٢ × [illegible] | ٠٫٢٥ | — | — | ٢٣٫٣ | ١/٢ | ٣٦ |
| ٥/٨ × ٥/١٦ | ٠٫٣٠ | — | ٢٣٫٣ | ١٩٫٥ | ٥/٨ | ٣٦ |
| ٥/٨ × ٣/٤ | ٠٫٤٠ | ٢٣ | ١٧٫٥ | ١٤٫٦ | ٥/٨ | ٤٨ |
| ٣/٤ × ٣/٤ | ٠٫٥٠ | ١٧٫٥ | ١٤ | ١١٫٧ | ٣/٤ | ٤٨ |
| ٣/٤ × ٧/٨ | ٠٫٦٠ | ١٤٫٦ | ١١٫٧ | ٩٫٧٥ | ٣/٤ | ٥٦ |
| ٧/٨ × ٧/٨ | ٠٫٧٠ | ١٢٫٥ | ١٠ | ٧٫٣٥ | ٧/٨ | ٥٦ |
| ١٥/١٦ × ١٥/١٦ | ٠٫٨٠ | ١١ | ٨٫٧٥ | ٧٫٣٠ | ١٥/١٦ | ٦٠ |
| ١ × ١ | ٠٫٩٠ | ٩٫٧٥ | ٧٫٨ | ٦٫٥٠ | ١ | ٦٤ |
| ١ × ١ ١/١٦ | ١٫٠ | ٨٫٧٥ | ٧ | ٥٫٨٥ | ١ | ٧١ |
| ١ ١/٤ × ١ ١/٤ | ١٫٢٥ | ٧ | ٥٫٦ | ٤٫٧٠ | ١ ١/٤ | ٨٨ |
| ١ ١/٤ × ١ ٣/١٦ | ١٫٥ | ٥٫٨٥ | ٤٫٦٥ | ٣٫٩٠ | ١ ١/٤ | ٩١ |
| ١ ١/٤ × ١ ٣/٨ | ١٫٧٥ | ٥ | ٤ | ٣٫٢٤ | ١ ١/٤ | ٩٦ |
| ١ ١/٢ × ١ ١/٢ | ٢ | ٤٫٣٧ | ٣٫٥ | ٢٫٦٠ | ١ ١/٢ | ١٠٠ |
| ١ ٥/٨ × ١ ٥/٨ | ٢٫٢٥ | ٣٫٩٠ | ٣٫٢ | ٢٫٣٤ | ١ ٥/٨ | ١٠٤ |
| ١ ٥/٨ × ١ ٣/٤ | ٢٫٥٠ | ٣٫٥٠ | ٢٫٨ | ٢٫١٣ | ١ ٥/٨ | ١١٢ |
| ١ ٣/٤ × ١ ٣/٤ | ٢٫٧٥ | ٣٫٢٠ | ٢٫٥ | ٢٫١٢ | ١ ٣/٤ | ١١٢ |
| ١ ٧/٨ × ١ ٧/٨ | ٣ | ٢٫٩٠ | ٢٫٣٣ | ١٫٩٥ | ١ ٧/٨ | ١٢٠ |
| ٢ × ١ ٧/٨ | ٣٫٢٥ | ٢٫٧٠ | ٢٫١٦ | ١٫٨٠ | ٢ | ١٢٠ |
| ٢ × ٢ | ٣٫٥ | ٢٫٥٠ | ٢ | ١٫٦٧ | ٢ | ١٢٨ |
| ٢ × ٢ ١/٨ | ٣٫٧٥ | ٢٫٤٠ | ١٫٨٦ | ١٫٥٦ | ٢ | ١٣٠ |

## جدول قطر ومساحة مقطع أسلاك اللف وشدة التيار

| قطر السلك | القطر بالعزل | مساحة مقطع السلك | شدة تيار أقصى بالأمبير | المقاومة لكل متر | عدد اللفات في كل سم² |
|---|---|---|---|---|---|
| مم | مم | مم² | A | Ω | لفة |
| ٠٫٠٥ | ٠٫٠٦٢ | ٠٫٠٠٢٠ | ٠٫٠٠٥ | ٨٫٩ | ٢٠٠٠٠ |
| ٠٫٠٦ | ٠٫٠٧٥ | ٠٫٠٠٢٨ | ٠٫٠٠٧ | ٦٫٢١ | ١٥٠٠٠ |
| ٠٫٠٧ | ٠٫٠٨٥ | ٠٫٠٠٢٩ | ٠٫٠١٠ | ٤٫٥٦ | ١١٠٠٠ |
| ٠٫٠٨ | ٠٫٠٩٥ | ٠٫٠٠٥٠ | ٠٫٠١٢ | ٢٫٤٩ | ٩٠٠٠ |
| ٠٫٠٩ | ٠٫١٠٨ | ٠٫٠٠٦٤ | ٠٫٠١٦ | ٢٫٧٦ | ٧٠٠٠ |
| ٠٫١٠ | ٠٫١١٥ | ٠٫٠٠٧٩ | ٠٫٠٢٠ | ٢٫٢٢ | ٦٠٠٠ |
| ٠٫١١ | ٠٫١٢ | ٠٫٠٠٩٥ | ٠٫٠٢٤ | ١٫٨٤ | ٥٠٠٠ |
| ٠٫١٢ | ٠٫١٤ | ٠٫٠١١٣ | ٠٫٠٢٩ | ١٫٥٥ | ٤٤٠٠ |
| ٠٫١٣ | ٠٫١٥ | ٠٫٠١٣٣ | ٠٫٠٣٤ | ١٫٣٢ | ٣٦٠٠ |
| ٠٫١٤ | ٠٫١٦ | ٠٫٠١٥٤ | ٠٫٠٣٩ | ١٫١٤ | ٣٢٠٠ |
| ٠٫١٥ | ٠٫١٧ | ٠٫٠١٧٧ | ٠٫٠٤٥ | ٠٫٩٩٠ | ٢٨٠٠ |
| ٠٫١٦ | ٠٫١٨ | ٠٫٠٢٠١ | ٠٫٠٥١ | ٠٫٨٦ | ٢٥٠٠ |
| ٠٫١٧ | ٠٫١٩ | ٠٫٠٢٢٧ | ٠٫٠٥٨ | ٠٫٧٧٢ | ٢٢٥٠ |
| ٠٫١٨ | ٠٫٢٠ | ٠٫٠٢٥٤ | ٠٫٠٦٥ | ٠٫٦٨٩ | ٢٠٠٠ |
| ٠٫١٩ | ٠٫٢١ | ٠٫٠٢٨٤ | ٠٫٠٧٢ | ٠٫٦١٩ | ١٨٠٠ |
| ٠٫٢٠ | ٠٫٢٢ | ٠٫٠٣١٤ | ٠٫٠٨٠ | ٠٫٥٥٧ | ١٦٥٠ |
| ٠٫٢١ | ٠٫٢٣ | ٠٫٠٣٤٦ | ٠٫٠٨٨ | ٠٫٥٠٣ | ١٥٠٠ |
| ٠٫٢٢ | ٠٫٢٤ | ٠٫٠٣٨٠ | ٠٫٠٩٧ | ٠٫٤٦٠ | ١٤٠٠ |
| ٠٫٢٣ | ٠٫٢٥ | ٠٫٠٤٢٠ | ٠٫١٠٦ | ٠٫٤٢٢ | ١٣٠٠ |
| ٠٫٢٤ | ٠٫٢٦ | ٠٫٠٤٥٠ | ٠٫١١٦ | ٠٫٣٨٨ | ١٢٥٠ |
| ٠٫٢٥ | ٠٫٢٧ | ٠٫٠٤٩ | ٠٫١٢٥ | ٠٫٣٥٧ | ١١٠٠ |
| ٠٫٢٦ | ٠٫٢٨٥ | ٠٫٠٥٣ | ٠٫١٣٥ | ٠٫٣٣٠ | ١٠٠٠ |
| ٠٫٢٧ | ٠٫٢٩٥ | ٠٫٠٥٧ | ٠٫١٤٥ | ٠٫٣٠٦ | ٩٥٠ |
| ٠٫٢٨ | ٠٫٣٠٥ | ٠٫٠٦٢ | ٠٫١٥٧ | ٠٫٢٨٥ | ٨٧٠ |
| ٠٫٢٩ | ٠٫٣١٥ | ٠٫٠٦٦ | ٠٫١٦٨ | ٠٫٢٦٦ | ٨٠٠ |
| ٠٫٣٠ | ٠٫٣٣ | ٠٫٠٧١ | ٠٫١٨٠ | ٠٫٢٤٨ | ٧٧٠ |
| ٠٫٣١ | ٠٫٣٤ | ٠٫٠٧٥ | ٠٫١٩٢ | ٠٫٢٣٢ | ٧٢٠ |
| ٠٫٣٢ | ٠٫٣٥ | ٠٫٠٨٠ | ٠٫٢٠٥ | ٠٫٢١٨ | ٦٩٠ |
| ٠٫٣٣ | ٠٫٣٦ | ٠٫٠٨٦ | ٠٫٢١٨ | ٠٫٢٠٥ | ٦٥٠ |
| ٠٫٣٤ | ٠٫٣٧ | ٠٫٠٩١ | ٠٫٢٣٢ | ٠٫١٩٣ | ٦٠٠ |
| ٠٫٣٥ | ٠٫٣٨ | ٠٫٠٩٦ | ٠٫٢٤٥ | ٠٫١٨٢ | ٥٨٠ |
| ٠٫٣٦ | ٠٫٣٩ | ٠٫١٠٢ | ٠٫٢٥٩ | ٠٫١٧٢ | ٥٤٠ |
| ٠٫٣٧ | ٠٫٤٠ | ٠٫١٠٨ | ٠٫٢٧٤ | ٠٫١٦٣ | ٥٢٠ |

( تابع ) جدول أسلاك الألف

| قطر السلك | القطر بالعزل | مساحة مقطع السلك | أقصى شدة تيار يتحملها | المقاومة لكل متر | عدد اللفات في كل سم |
|---|---|---|---|---|---|
| ٠،٣٨ | ٠،٤١ | ٠،١١٣ | ٠،٢٨٩ | ٠،١٥٤٧ | ٥٠٠ |
| ٠،٣٩ | ٠،٤٤ | ٠٠،١٢٠ | ٠،٣٠٤ | ٠،١٤٦٩ | ٤٧٥ |
| ٠،٤٠ | ٠،٤٣ | ٠،١٢٦ | ٠،٣٢٠ | ٠،١٣٩٦ | ٤٥٠ |
| ٠،٤٢ | ٠،٤٥ | ٠،١٣٩ | ٠،٣٥٣ | ٠،١٢٦٦ | ٤٢٠ |
| ٠،٤٣ | ٠،٤٦ | ٠،١٤٥ | ٠،٣٧٠ | ٠،١٢٠٩ | ٣٩٠ |
| ٠،٤٥ | ٠،٤٨ | ٠،١٥٩ | ٠،٤٠٥ | ٠،١١٠٣ | ٣٧٠ |
| ٠،٤٧ | ٠،٥٠ | ٠،١٧٣ | ٠،٤٤٢ | ٠،١٠١٢ | ٣٣٠ |
| ٠،٤٨ | ٠،٥١ | ٠،١٨١ | ٠،٤٦١ | ٠،٠٩٧٠ | ٣٢٠ |
| ٠،٥٠ | ٠،٥٤ | ٠،١٩٦ | ٠،٥٠٠ | ٠،٠٨[illegible] | ٣٠٠ |
| ٠،٥٥ | ٠،٥٩ | ٠٠،٢٣٨ | ٠،٦٠٥ | ٠،٠٧٣٨ | ٢٥٠ |
| ٠،٦٠ | ٠،٦٤ | ٠،٢٨٣ | ٠،٧٢٠ | ٠،٠٦٢١ | ٢١٠ |
| ٠،٦٥ | ٠،٦٩ | ٠،٣٣٢ | ٠،٨٤٥ | ٠،٠٥٣٢ | ١٨٠ |
| ٠،٧٠ | ٠،٧٤ | ٠،٣٨٥ | ٠،٩٨٠ | ٠،٠٤٥٥ | ١٦٠ |
| ٠،٧٥ | ٠،٧٩ | ٠،٤٤٢ | ١،١٢٥ | ٠،٠٣٩٥ | ١٤٠ |
| ٠،٨٠ | ٠،٨٤ | ٠،٥٠٣ | ١،٢٨٠ | ٠،٠٣٤٨ | ١٢٠ |
| ٠،٨٥ | ٠،٩٠ | ٠،٥٦٧ | ١،٤٤٥ | ٠،٠٣١٨ | ١١٠ |
| ٠،٩٠ | ٠،٩٤ | ٠،٦٣٦ | ١،٦٢٠ | ٠،٠٢٧٥ | ١٠٠ |
| ٠،٩٥ | ١،— | ٠،٧١١ | ١،٨٠٥ | ٠،٠٢٤٦ | ٩٠ |
| ١،— | ١،٠٥ | ٠،٧٨٦ | ٢،— | ٠،٠٢٢٣ | ٨٣ |
| ١،١٠ | ١،١٦ | ٠،٩٥١ | ٢،٤٢٠ | ٠،٠١٨٤ | ٦٧ |
| ١،٢٠ | ١،٢٦ | ١،١٣١ | ٢،٨٨٠ | ٠،٠١٥٥ | ٥٥ |
| ١،٣٠ | ١،٣٦ | ١،٣٢٩ | ٣،٣٨٠ | ٠،٠١٣٢ | ٤٥ |
| ١،٤٠ | ١،٤٦ | ١،٥٤٠ | ٣،٩٢٠ | ٠،٠١١٤ | ٤٠ |
| ١،٥٠ | ١،٥٦ | ١،٧٧٠ | ٤،٥٠٠ | ٠،٠٠٩٩ | ٣٣ |
| ١،٦٠ | ١،٦٦ | ٢،٠١٦ | ٥،١٢٠ | ٠،٠٠٨٧ | ٢٨ |
| ١،٧٠ | ١،٧٦ | ٢،٢٧٠ | ٥،٧٨٠ | ٠،٠٠٧٧ | ٢٤ |
| ١،٧٥ | ١،٨١ | ٢،٣٦٥ | ٦،١٢٥ | ٠،٠٠٧٣ | ٢٠ |
| ١،٨٠ | ١،٨٦ | ٢،٥٤٥ | ٦،٤٨٠ | ٠،٠٠٦٩ | ١٧ |
| ١،٩٠ | ١،٩٦ | ٢،٨٤٠ | ٧،٢٢٠ | ٠،٠٠٦٢ | ١٤ |
| ٢،— | ٢،٠٧ | ٣،١٤٢ | ٨،— | ٠،٠٠٥٦ | ١٢ |
| ٢،٢٠ | ٢،٢٧ | ٣،٨٠٠ | ٩،٥٠٠ | ٠،٠٠٤٦ | ١٠ |
| ٢،٥٠ | ٢،٥٧ | ٤،٩١٠ | ١٢،٣٠٠ | ٠،٠٠٣٦ | ٧ |

جدول تنفيذى للأجهزة التسخين (قطر وطول السلك)

| القدرة وات | ١١٠ ڤولت | | ٢٢٠ ڤولت | |
|---|---|---|---|---|
| | القطر | الطول | القطر | الطول |
| ١٠٠ | ٠٫١ | ٢٫١٥ | ٠٫١ | ٣٫٤٠ |
| ١٥٠ | ٠٫٢٢ | ٢٫٣٠ | ٠٫١٤ | ٣٫٦٠ |
| ٢٠٠ | ٠٫٢٧ | ٣٫١٠ | ٠٫١٦ | ٤٫٣٠ |
| ٢٥٠ | ٠٫٣٠ | ٢٫٧٠ | ٠٫١٨ | ٤٫٣٠ |
| ٣٠٠ | ٠٫٣٥ | ٣٫٥٠ | ٠٫٢٢ | ٥٫٤٠ |
| ٣٥٠ | ٠٫٤٠ | ٣٫٨٠ | ٠٫٢٥٠ | ٦٫— |
| ٤٠٠ | ٠٫٤٥ | ٤٫٣٠ | ٠٫٢٧ | ٦٫— |
| ٥٠٠ | ٠٫٥٧ | ٥٫٥٠ | ٠٫٣٠ | ٦٫١٠ |
| ٦٠٠ | ٠٫٦٤ | ٥٫٨٠ | ٠٫٣٥ | ٦٫٨٠ |
| ٧٠٠ | ٠٫٧٠ | ٥٫٦٠ | ٠٫٤٠ | ٧٫٧٠ |
| ٨٠٠ | ٠٫٧٠ | ٥٫٣٠ | ٠٫٤٥ | ٨٫٧٠ |
| ٩٠٠ | ٠٫٨٠ | ٦٫— | ٠٫٥٠ | ٩٫٢٠ |
| ١٠٠٠ | ٠٫٩٠ | ٦٫٨٠ | ٠٫٥٧ | ١١٫— |
| ١١٠٠ | ٠٫٩٠ | ٦٫١٥ | ٠٫٦٠ | ١١٫— |
| ١٢٠٠ | ١٫— | ٧٫١٠ | ٠٫٦٠ | ١٠٫٨٠ |
| ١٣٠٠ | ١٫— | ٦٫١٠ | ٠٫٦٤ | ١٠٫٧٠ |
| ١٤٠٠ | ١٫٢٠ | ٦٫٨٠ | ٠٫٧٠ | ١١٫٩٠ |
| ١٥٠٠ | ١٫٢٠ | ٨٫٢٠ | ٠٫٧٠ | ١١٫١٠ |
| ٢٠٠٠ | ١٫٤٠ | ٨٫٨٠ | ٠٫٨٠ | ١٣٫٧٠ |

قوة المكثف بالميكروفراد لمحركات الوجه الواحد تيار متغير

| القدرة وات | القدرة حصان | المحرك ١١٠ فولت | المحرك ٢٢٠ فولت |
|---|---|---|---|
| ١٠٠ | ١/٨ | ١٢٠ | ٣٠ |
| ١٢٥ | ١/٦ | ١٦٠ | ٤٠ |
| ١٨٠ | ١/٤ | ٢١٥ | ٦٠ |
| ٢٥٠ | ١/٣ | ٢٤٠ | ٨٠ |
| ٣٧٠ | ١/٢ | ٢٧٠ | ٩٦ |
| ٥٥٠ | ٣/٤ | ٣٠٠ | ١١٠ |
| ٧٥٠ | ١ | ٣٢٠ | ١٢٠ |
| ١١٠٠ | ١ ١/٢ | ٣٦٠ | ١٥٠ |
| ١٥٠٠ | ٢ | ٦٠٠ | ١٧٠ |

جدول لحساب شدة التيار ( الأمبير )

فى محركات التيار المتغير وجه وثلاثة أوجه

١ جدول حساب شدة التيار فى المحركات

| الأمبير | | | | | | | | القدرة | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مستمر | وجه واحد | محركات ثلاثة أوجه تردد من ٥٠ – ٦٠ | | | | | | | |
| ٢٢٠ | ٢٢٠ | ٦٦٠ | ٥٠٠ | ٤٤٠ | ٤١٥ | ٣٨٠ | ٢٢٠ | حصان | كيلوات |
| ٢,٢٦ | ٣,١٢ | ٠,٦ | ١ | | | ١,٠٣ | ١,٨ | ٠,٥٠ | ٠,٣٧ |
| ٣,٣١ | ٤,٧٦ | ٠,٩ | ١,٢١ | | | ١,٦ | ٢,٧٥ | ٠,٧٥ | ٠,٥٥ |
| ٤,٢٩ | ٦,٠١ | ١,١ | ١,٥ | ١,٦٨ | ٢ | ٢ | ٣,٥ | ١,- | ٠,٧٥ |
| ٦,٢٥ | ٧,٦ | ١,٥ | ٢ | ٢,٣٧ | ٢,٥ | ٢,٦ | ٤,٤ | ١,٥ | ١,١ |
| ٨,٢٥ | ١٠,٤ | ٢ | ٢,٦ | ٣,٠٦ | ٣,٥ | ٣,٥ | ٦ | ٢ | ١,٥ |
| ١٢,٣ | ١٥,١ | ٢,٨ | ٣,٨ | ٤,٤٢ | ٥ | ٥ | ٨,٧ | ٣ | ٢,٢ |
| ١٦,٢ | ٢٠ | ٣,٨ | ٥ | ٥,٧٧ | ٦,٥ | ٦,٦ | ١١,٥ | ٤ | ٣ |
| ٢١,٦ | ٢٥,١ | ٤,٩ | ٦,٥ | | | ٨,٥ | ١٤,٥ | ٥,٥ | ٤ |
| ٢٩,٢ | ٣٤,٦ | ٦,٦ | ٩ | ١٠,٤ | ١١ | ١١,٥ | ٢٠ | ٧,٥ | ٥,٥ |
| ٣٨,٤ | ٤٦,٨ | ٨,٩ | ١٢ | ١٣,٧ | ١٤ | ١٥,٥ | ٢٧ | ١٠ | ٧,٥ |
| ٥٢ | ٦٠ | ١١,٥ | ١٥ | | | ٢٠ | ٣٥ | ١٣,٥ | ١٠ |
| ٥٧ | ٦٨ | ١٢,٧ | ١٧ | ٢٠,١ | ٢١ | ٢٢ | ٣٩ | ١٥ | ١١ |
| ٧٦ | ٩٠ | ١٧,٣ | ٢٣ | ٢٦,٥ | ٢٨ | ٣٠ | ٥٢ | ٢٠ | ١٥ |
| ٩٤ | ١١١ | ٢١,٣ | ٢٨,٥ | ٣٢,٨ | ٣٥ | ٣٧ | ٦٤ | ٢٥ | ١٨,٥ |
| ١١٣ | ١٣٠ | ٢٥,٤ | ٣٣ | ٣٩ | ٤٠ | ٤٤ | ٧٥ | ٣٠ | ٢٢ |
| ١٥٠ | ١٧٨ | ٣٤,٦ | ٤٥ | ٥١,٥ | ٥٥ | ٦٠ | ١٠٣ | ٤٠ | ٣٠ |
| ١٨٦ | ٢١٨ | ٤١,٨ | ٥٥ | ٦٤ | ٦٦ | ٧٢,٥ | ١٢٦ | ٥٠ | ٣٧ |
| ٢٢١ | ٢٥٤ | ٤٩ | ٦٥ | ٧٦,٣ | ٨٠ | ٨٥ | ١٤٧ | ٦٠ | ٤٥ |
| ٢٧٦ | ٣١٥ | ٦٠,٦ | ٨٠ | | ١ | ١٠٥ | ١٨٢ | ٧٥ | ٥٥ |
| ٣٦٤ | ٤١٤ | ٧٩,٦ | ١٠٥ | ١٢٥ | ١٣٥ | ١٣٨ | ٢٣٩ | ١٠٠ | ٧٥ |

## جدول قانون أوم والقدرة

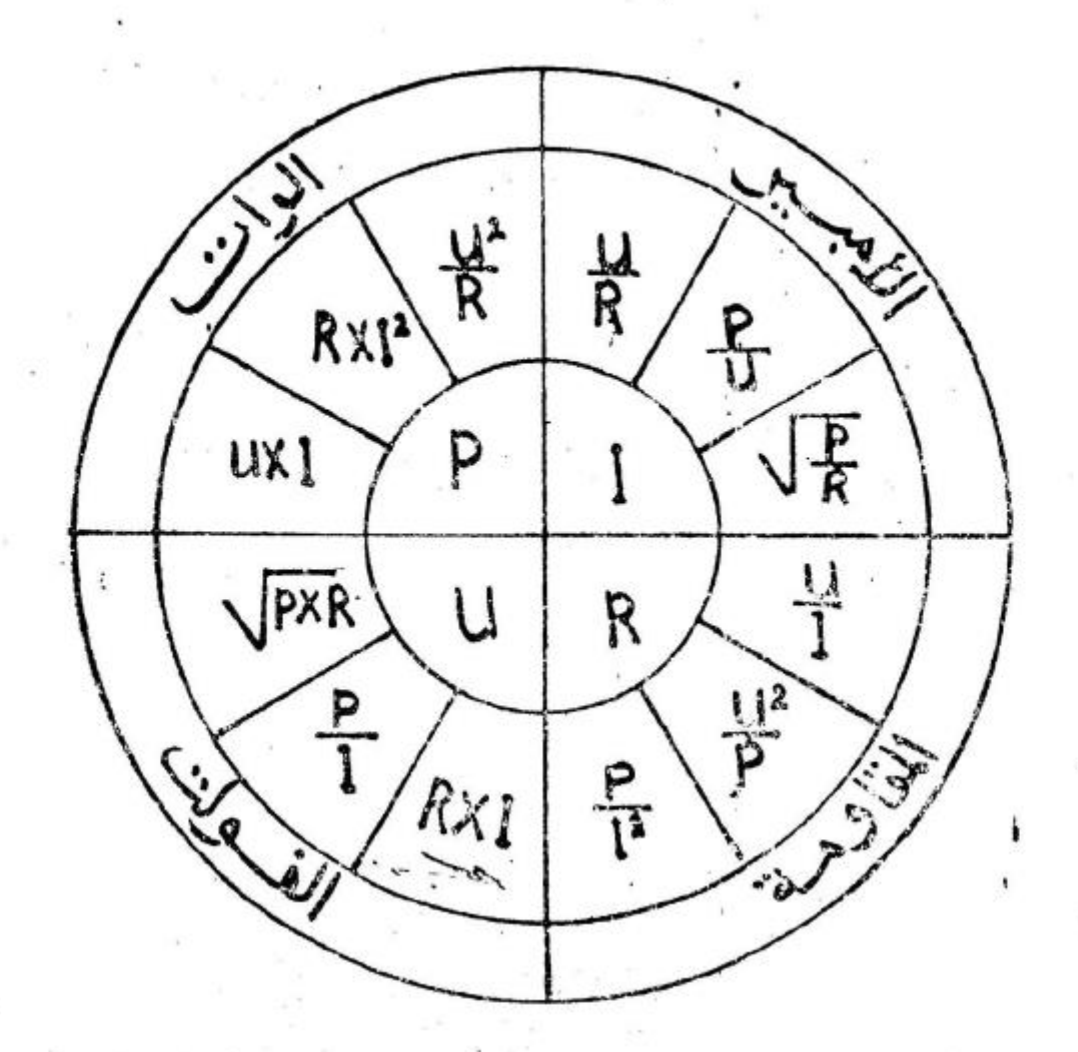
عن طريق هذا الجدول يمكن حساب كل من الآتى :

١ — قيمة الضغط = فولت ........................ U

٢ — قيمة شدة التيار = أمبير ........................ I

٣ — قيمة المقاومة = أوم ........................ R

٤ — قيمة القدرة = وات ........................ P




مطبعة الجيلاوى
٢٠٢ شارع الترعة البولاقية

رقم الايداع بدار الكتب ٣٦٩٢ / ١٩٨٢